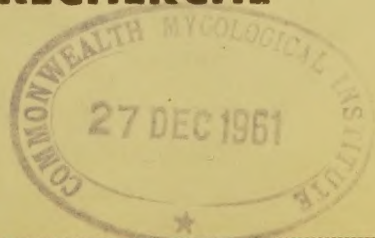
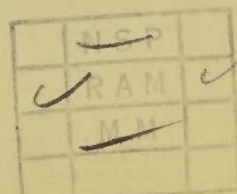


# ANNALES DES ÉPIPHYTIES



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE  
AGRONOMIQUE



VOLUME 12

1961

NUMÉRO 2



# AVIS AUX LECTEURS

---

La liste des Annales publiées par l'I.N.R.A. s'établit comme suit au 1<sup>er</sup> janvier 1961 :

**ANNALES AGRONOMIQUES.** — Agronomie générale et science du sol — Publication bimestrielle.

**ANNALES DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DES ÉPIPHYTIES.** — Pathologie végétale, zoologie agricole, phyto-pharmacie — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE L'ABEILLE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE ZOOTECHNIE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE.** — Publication trimestrielle.

**ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE, BIOPHYSIQUE.** — Publication trimestrielle.

## PUBLICATIONS RÉCENTES :

**LA PHYSIOLOGIE DE L'INSECTE :** Les grandes fonctions, le comportement, écophysiologie, par **R. Chauvin.** Un fort volume relié de 918 pages. 35 NF  
Franco ..... 38 NF

**LA PHYSIOLOGIE DU VER A SOIE,** par **J.-M. Legay.** Une plaquette  
brochée ..... 8 NF  
Franco ..... 8,50 NF

## VIENT DE PARAÎTRE :

**MALADIES A VIRUS DES PLANTES ET MÉTHODES DE LUTTE,** par  
**P. Cornuet.** Un ouvrage in-8° cartonné de 440 pages. .... 35 NF  
Franco ..... 38 NF

**PROTECTION ACOUSTIQUE DES CULTURES ET AUTRES MÉTHODES D'EFFAROUCHEMENT DES OISEAUX,** par **R.-G. Busnel**  
et **G. Giban.** Un ouvrage 17 × 24,5, cartonné de 240 pages. .... 25 NF  
Franco ..... 28 NF

---

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 149, rue de Grenelle, Paris-VII<sup>e</sup>.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U. N. E. S. C. O.

## LA FUSARIOSE DU GLAIEUL DANS LE MIDI DE LA FRANCE

R. TRAMIER

Station de Botanique et de Pathologie végétale,  
Centre de Recherches agronomiques de Provence, Antibes.

### I. — INTRODUCTION

La culture du glaieul occupe une grande place dans l'horticulture des départements du Sud-Est de la France. Dans le Vaucluse il existe depuis plusieurs années une production de bulbes (région d'Althen-les-Paluds). Dans le Var et les Alpes-Maritimes il s'agit surtout de production florale. Pour les seules régions de Carqueiranne et d'Ollioules (Var) plus de 40 millions de bulbes sont plantés chaque année, un tiers courant janvier pour l'obtention des fleurs au printemps, le reste en août pour une récolte échelonnée d'octobre à décembre. Le revenu brut de cette culture pour les deux départements est de l'ordre de 10 millions de nouveaux francs.

Les nombreuses variétés cultivées dérivent d'hybridations complexes entre des espèces botaniques introduites au XVIII<sup>e</sup> siècle d'Afrique du Sud, notamment les *Gladiolus psittacinus* Hook., *G. cardinalis*, *G. floribundus* Jacq., *G. primulinus* Baker, *G. tristis* L., etc... Ces espèces ont, par croisement, donné des groupes horticoles, longtemps assez distincts : les *G. gandavensis*, *Colvillei*, *Lemoinei*, *hybrides de Lemoinei*, *nanceianus*, etc... Il est bien difficile, à l'heure actuelle, de préciser la structure génétique des variétés cultivées, ce qui n'est pas fait pour faciliter une création rationnelle de variétés présentant des résistances définies à certaines maladies importantes, notamment la Fusariose.

En 1959 une des variétés les plus cotées était la variété *Nouvelle Europe* dont l'extension est cependant limitée par la Fusariose. Les pertes dues à cette maladie varient de 25 à 50 p. 100 suivant l'état sanitaire du sol et des bulbes.

Les bulbes (ou cormus) utilisés pour la production de hampes florales ont une circonférence de 14 cm. ou plus (calibre 14). Ils émettent généralement trois ou quatre hampes florales, dont deux sont supprimées en cours de végétation au profit de la troisième. Une couronne de longues racines grêles se développe autour de la base du bulbe ou plateau. Elles permettent la nutrition de la plante après l'épuisement des réserves accumulées dans le bulbe (fig. 2).

Lorsque le feuillage est bien développé, un nouveau bulbe se forme accolé au bulbe mère. Il émet à son tour de grosses racines charnues, non ramifiées, situées



transversalement et qui jouent un rôle important dans le soutien de la hampe florale (fig. 1 a). A l'extrémité de stolons issus de la même région se différencient des bulbilles de 5 à 15 mm de diamètre qui sont récoltées pour l'obtention de nouveaux bulbes après culture de grossissement. A l'arrachage, le bulbe mère est racorni, durci, ridé, avec un réseau de racines fibreuses. Le nouveau bulbe est plus volu-

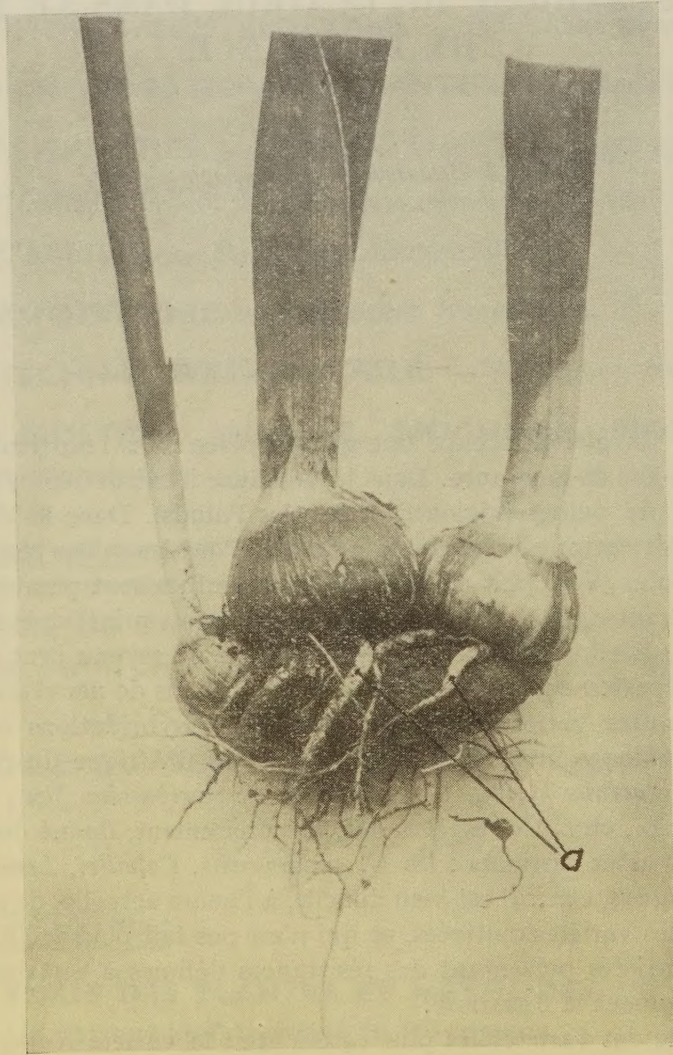


FIG. 1. — *Bulbes fils accolés au bulbe mère dans une culture de grossissement.*  
a) racines charnues des bulbes fils.

mineux, entouré des grosses racines charnues et des bulbilles. Après séchage, on sépare aisément les deux bulbes, aucun débris de racines ne devant persister sur le nouveau bulbe.

La principale maladie du glaïeul est la Fusariose, altération parasitaire due à un champignon microscopique qui produit une destruction de la récolte par pourriture du bulbe et de la base des inflorescences.



## II. — SYMPTÔMES

a) *Sur les bulbes avant plantation.*

Après la récolte et en cours de conservation la Fusariose se manifeste sur les bulbes par divers types de symptômes :

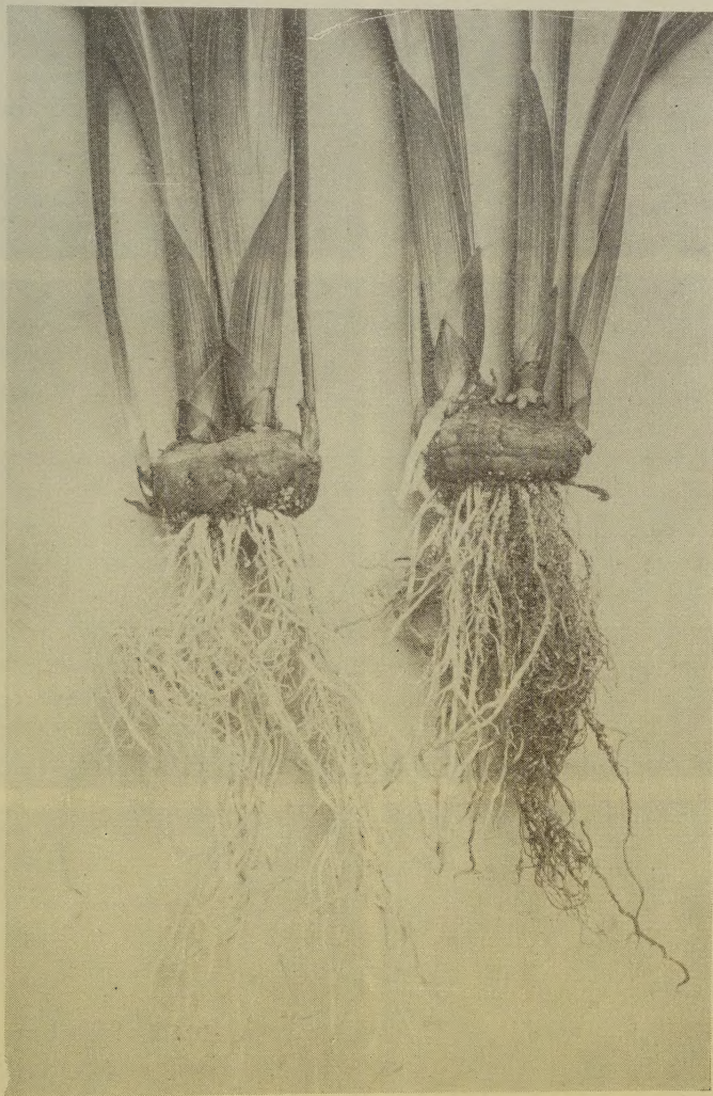


FIG. 2. — A gauche : racines saines. — A droite : racines attaquées par le Fusarium.

1° Pourriture du plateau autour de l'anneau de racines avec coloration brun clair peu visible au début, puis brun foncé sur une zone limitée avec dépression des tissus (*basal dry rot*) (fig. 3 A et B).

2° Pourriture brune du cœur avec ou sans radiations latérales (*brown rot*) (fig. 3. C et D).



3° Bulbes apparemment sains ou portant de petites taches limitées sous les écailles, mais dessèchement des zones vasculaires accompagné de cavités où se forment des conidies du *Fusarium* (fig. 4).

4° Bulbes complètement envahis et momifiés.

Ces divers symptômes peuvent présenter toute une série d'intermédiaires (fig 3 E et F). Ces aspects sont déterminés par la gravité initiale de l'infection, l'état de maturité du bulbe à la récolte et les modalités du séchage, surtout sa rapidité.

En coupe transversale ou horizontale, on observe toujours un brunissement des tissus parasités avec une marge plus diffuse, lorsque la maladie évolue. Les tissus malades sont fermes et ligneux (pourritures sèches).

Tout bulbe conservant des débris de racines, après séparation du bulbe mère, peut être considéré comme malade et éliminé.

#### b) Pendant la végétation.

La maladie apparaît de façon plus ou moins nette et précoce suivant l'état sanitaire du bulbe planté et le degré de contamination du sol.

Quand le plateau est atteint on n'obtient que des plantes chétives ; en effet aucune racine n'étant émise par le bulbe, le développement foliaire ne se fait qu'aux dépens des réserves de celui-ci.

Si la croissance n'est pas entravée au départ, ce qui est le cas pour des bulbes à lésions périphériques ou pour des bulbes sains infectés en cours de végétation, la première manifestation de la maladie est une décoloration marginale jaune, diffuse, à l'extrémité de la plus vieille feuille. Celle-ci jaunit entièrement, se dessèche. Les racines et la partie du bulbe en relation avec cette feuille sont généralement nécrosées.

Dans le cas d'attaques tardives sans flétrissement apparent, le développement est ralenti, la fleur ne se dégage pas ou bien est de qualité marchande médiocre. Chez certaines variétés *Leeuwenhorst* notamment, on observe une arcure des feuilles.

A ces symptômes extérieurs correspond un développement du mycélium dans les vaisseaux de la plante. Aussi cet aspect de la maladie a pu être décrit sous divers noms : *Yellow disease*, *Vascular disease*.

### III. — ÉTUDE DE L'AGENT PATHOGÈNE

#### a) Identité du parasite.

Bien que cette maladie du glaïeul semble avoir été connue antérieurement, c'est MASSEY (1926) qui a montré le rôle pathogène d'un champignon du genre *Fusarium* dans une pourriture des bulbes en conservation. Il décrit cet organisme sous le nom de *Fusarium oxysporum* var. *gladioli* nov. var. Il signale aussi l'attaque sur tiges et prouve, par des inoculations faites à 12 cm au-dessus du sol, l'extension de la pourriture vers les parties souterraines. Il admet l'existence d'une relation directe entre les bulbes malades au cours du stockage et l'apparition de la maladie en plein champ, mais seulement dans certaines conditions.

MAC CULLOCH, en 1944, décrit une maladie vasculaire des bulbes avec faibles nécroses externes et l'attribue à *Fusarium orthoceras* var. *gladioli* nov. var.



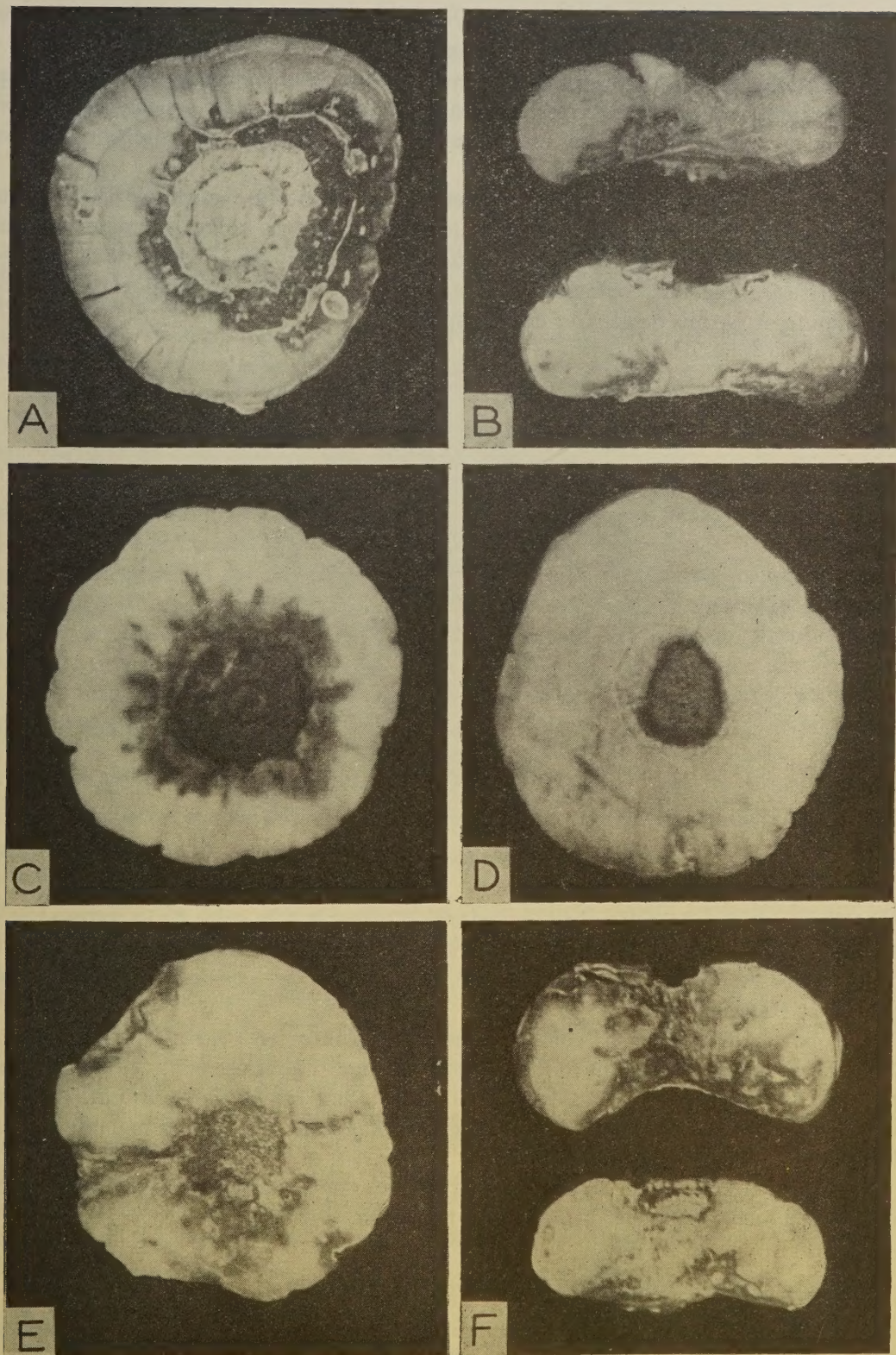


FIG. 3. — A B : Pourriture du plateau autour de l'anneau de racines (Basal dry rot). — C D : Pourriture brune du cœur (Brown rot). — E F : Pourritures généralisées.



NELSON signale en 1948 une pourriture sèche du plateau qu'il considère comme une maladie différente des deux précédentes.

FORSBERG, en 1955, dans un travail important a essayé de résoudre ce problème de la pluralité d'agents pathogènes. Il a isolé un grand nombre de souches en culture pure et en a conservé 40 pour des essais d'identification par examens morphologiques et tests biologiques.

Il a noté des différences dans l'aspect des cultures plus ou moins dressées ou rampantes. De même il existe quelques légères différences entre les mensurations des spores ne suffisant pas à caractériser des espèces diverses. L'action de la température, les réactions aux couleurs d'aniline, aux sels de cuivre, au bichlorure de mercure, n'ont pas permis de séparer des groupes.

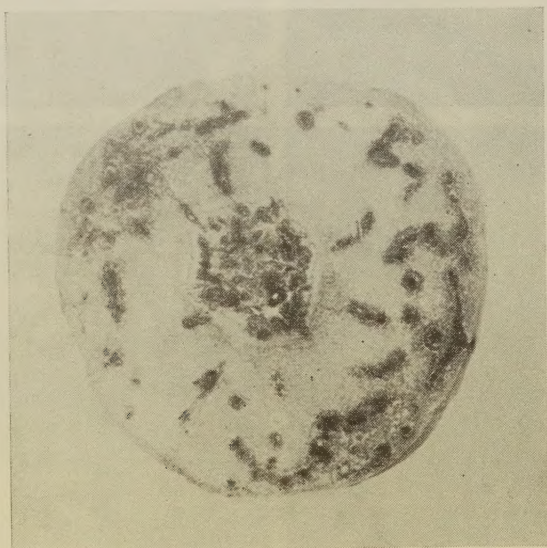


FIG. 4. — Dessèchement des zones vasculaires.

En conclusion de cette série importante d'essais et à la suite de BUXTON et ROBERTSON (1953) et de BALD (1953), FORSBERG estime qu'il n'existe sur les glaïeuls qu'une seule espèce de *Fusarium* parasite, le *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* Massey, Snyder et Hansen.

A partir de bulbes en conservation et de plantes en végétation, nous avons isolé 14 souches. Les essais d'inoculation sur une variété sensible *Débonnaire* ne permettent pas de conclure à l'existence de plus d'une espèce de *Fusarium*. Tous les isollements effectués à partir de bulbes en stockage ont donné une maladie vasculaire suivie de flétrissement.

Nous donnons sur la figure 5 quelques caractères morphologiques de l'espèce que nous avons observée et utilisée dans nos essais.

#### b) Observations biologiques.

Sans avoir eu, dans ce travail, l'intention de faire une étude biologique complète, nous avons effectué un certain nombre d'observations sur le développement du *Fusarium* parasite du glaïeul.



### 1. Influence de la température et de l'humidité.

En culture artificielle sur gélose à la pomme de terre, la température minimum de croissance du mycélium se situe vers 4° — le maximum à 35° et l'optimum à 24°.

Le pourcentage de germination des macroconidies, en goutte pendante, présente à peu près les mêmes caractéristiques.

Température ....	4°	15	18	20	22	24	26	28	30	35
% de germination	0	71	88	95	98	100	100	95	78	0

Il s'agit donc là d'un champignon à exigences thermiques élevées. Nous n'avons pas réalisé d'essais en fonction de la température du sol, mais l'évolution de la maladie en plein champ confirme ces observations.

A ce rôle de la température s'ajoute évidemment la notion de température mortelle et accessoirement celle de la conservation du parasite.

Nous avons soumis à des trempages de 10 minutes des fragments de cultures sur paille, puis les avons réensemencés. Les fragments immergés dans des bains à des températures au-dessus de 57° ont été tués.

Dans une autre série d'expériences, nous avons utilisé des cultures sur grains de blé, préchauffées une nuit à 37°, la durée du bain étant portée à 30 minutes. Il faut alors atteindre 69° pour tuer le champignon.

L'écart entre les deux chiffres est donc très élevé, douze degrés, ce qui explique l'échec de certains essais de désinfection du sol par la chaleur. Le champignon n'a pas été éliminé dans un faible volume de terre traité à la vapeur pendant plus de 30 minutes et porté ainsi à 80°.

La formation de chlamydospores, organes extrêmement résistants, peut sans doute expliquer ces résultats.

### 2. Sources de contamination et conservation du champignon.

Les bulbes et le sol sont les deux sources de contamination. Dans la région varoise, le rôle des bulbes malades est primordial, surtout avec l'extension des variétés sensibles comme *Nouvelle Europe*. D'après l'analyse d'un essai de traitement, nous avons constaté que 30 p. 100 des bulbes de cette variété étaient parasités malgré un tri sévère avant la plantation. Il en résulte outre la perte de récolte une infection massive du sol qui, l'année suivante, ne produira qu'un nombre de hampes florales inférieur à la moitié des bulbes plantés.

Les bulbilles formées autour du bulbe mère malade sont aussi contaminées et un examen effectué deux mois après leur récolte et basé sur des isollements du parasite, montre que 24 p. 100 de ces bulbilles étaient infectées.

On ne retrouve aucune indication dans la bibliographie sur la durée de conservation du champignon dans le sol. On admet, généralement, que les *Fusarium* se conservent plusieurs années, vivant en saprophytes sur les débris de récolte. C'est le cas notamment, du *Fusarium oxysporum* f. *melonis* Leack et Crw., agent du flétrissement ou de la gommose du melon qui, d'après les essais de LANSADÉ, se maintient plus de deux ans dans le sol.

Dans un essai, nous avons chiffré à 25 p. 100 la perte due à la contamination du sol.

La difficulté dans l'expérimentation sur la Fusariose du glaieul provient de l'absence d'un matériel absolument sain. Nous avons cultivé des bulbes de la variété



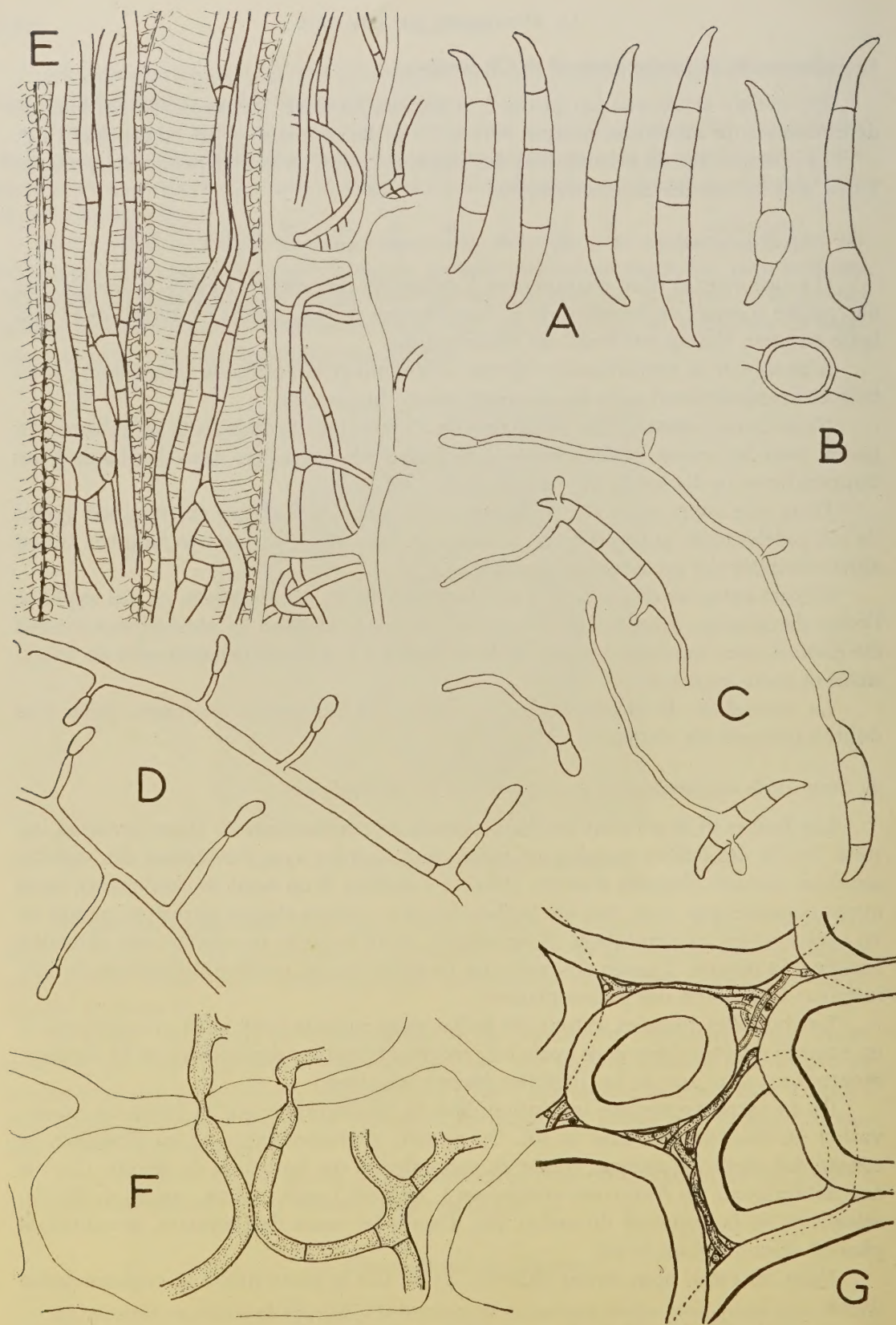


FIG. 5. — A : Macroconidies x 1100. — B : Chlamydospores x 1100. — C : Germination des macroconidies et des microconidies x 600. — D : Formation des microconidies x 600. — E : Mycélium vasculaire x 600. — F : Passage du mycélium à travers les parois cellulaires x 1100. — G : Mycélium intercellulaire dans le parenchyme x 400.



*Nouvelle Europe* en pots séparés, assez éloignés, pour éviter la contamination par projection de terre en cours d'arrosage. Tous les plants douteux ont été éliminés en cours de végétation et à l'arrachage ne furent conservés que les bulbes en apparence parfaitement sains : racines toutes en bon état, feuillage vert, bulbes mères desséchés se détachant bien. Un mois après 20 p. 100 de ces bulbes présentaient des pourritures en cours de conservation.

### 3. Infection.

La pénétration du parasite s'effectue par les racines, la base des tiges et les blessures.

Dans un sol infecté le parasite peut pénétrer dans les racines fibreuses du bulbe mère et dans les racines charnues du bulbe fils. Dans le premier cas, il en résulte le plus souvent une pourriture du bulbe avec flétrissement de la plante. Parfois la progression très rapide du mycélium provoque ce flétrissement avant nécrose complète du bulbe. La dégradation des racines fibreuses, sources de nutrition de la plante, provoque toujours un ralentissement de végétation, une floraison nulle ou réduite, l'épi ne comportant que quelques fleurs.

La pénétration par les racines charnues a peu d'influence dans les plantations d'été dont le cycle ne dure que deux mois et demi ; par contre elle gêne considérablement la floraison d'hiver dont le cycle est de cinq mois environ. De toute façon cette infection des racines nuit à la formation des assises subéreuses permettant la séparation du nouveau bulbe de l'ancien. C'est pour cela que les horticulteurs éliminent lors du tri tous les bulbes ne présentant pas un plateau net dénué de tout débris de racines.

MAC CULLOCH signale la pénétration par la base des tiges au niveau du sol ou au-dessous, mais n'a pu le vérifier expérimentalement.

La contamination des bulbes fils peut se faire soit par des blessures provenant de traumatismes au cours des manipulations, soit par des lésions produites quand on ôte les vieux bulbes et les racines. Ceci a conduit à envisager des traitements de désinfection, ou bien des solutions plus élégantes comme des mesures physiques ou chimiques favorisant la cicatrisation et la formation d'assises liégeuses.

### 4. Durée d'incubation.

Cette durée est variable et dépend de la température, du degré de contamination des bulbes et du sol.

Deux essais ont été effectués l'un en serre et l'autre à l'extérieur par infection préalable du sol avec des cultures pures de *Fusarium* sur grains de blé. La température moyenne du sol étant de 22° pendant le premier mois de végétation, le jaunissement des feuilles, premier symptôme de la maladie, apparaît 30 jours après la plantation. L'évolution de la maladie dans la région Hyéroise au mois d'août correspond à ces observations.

## IV. — RECHERCHE DE MOYENS DE LUTTE

### a) Méthodes culturales.

Malgré l'absence de données précises sur la conservation du parasite dans le sol, on peut recommander un assolement de trois à cinq ans.

Il convient d'insister sur le nettoyage complet des bulbes avant stockage par



enlèvement des tuniques desséchées pour déceler les débuts de pourriture des bulbes destinés soit au grossissement, soit à la production de la fleur.

## b) *Traitements antiparasitaires.*

### 1. *Méthodes physiques.*

*Traitement de pré-stockage.* — MARSHALL (1953) a conseillé pour la formation plus rapide des tissus cicatriciels, d'accomplir dès l'arrachage et après nettoyage un traitement de pré-stockage dans un local à 35° de température et à 80 p. 100 d'humidité pendant sept jours. Les bulbes sont ensuite placés dans le local de séchage.

Cet auteur a constaté aussi que l'emploi d'un produit à base de tétrachlorobenzoquinone détruit plusieurs couches de cellules au niveau des cicatrices, ce qui ralentit la cicatrisation et favorise la pénétration du parasite. Une certaine prudence est recommandée dans l'application de traitements effectués très tôt après l'arrachage, avant dessiccation correcte des bulbes.

*Traitement des bulbilles à l'eau chaude.* — Divers auteurs ont essayé de détruire le parasite dans le bulbe par la chaleur.

ROISTACHER, BAKER et BALD (1957) ont déterminé que pour 6 variétés la résistance des bulbilles en dormance à un traitement à l'eau chaude par immersion de 30 minutes s'échelonnait entre 57 et 60°.

La température mortelle du champignon dans ces bulbilles varie entre 53° 5 et 57°.

L'utilisation d'une solution alcoolique à 5 p. 100 à la place de l'eau pure augmente l'efficacité du traitement vis-à-vis du champignon.

La difficulté réside dans le fait de ne pouvoir traiter que des bulbilles ou des bulbes en parfait état de repos. En semi-dormance, les bulbilles ne supportent pas une température supérieure à 50°.

La dormance peut s'apprécier par un test au chlorure de 2-3-5 triphényltétrazolium : on applique sur un bulbe sectionné un papier filtre imprégné d'une solution aqueuse à 1 p. 100 de ce produit pendant quatre heures à la température du laboratoire. Le rougissement du bulbe est inversement proportionnel à la dormance, sans doute en relation avec l'activité des deshydrogénases, corollaires de la germination.

La dormance est très courte chez certaines variétés. Nous pensons que le traitement à l'eau chaude doit être précédé d'une étude physiologique des bulbes. DUNNY (1938) la provoquerait en les maintenant dans du sable humide à 27°. Mais des bulbilles de *Nouvelle Europe* récoltées à Antibes et placées dans ces conditions ont germé rapidement.

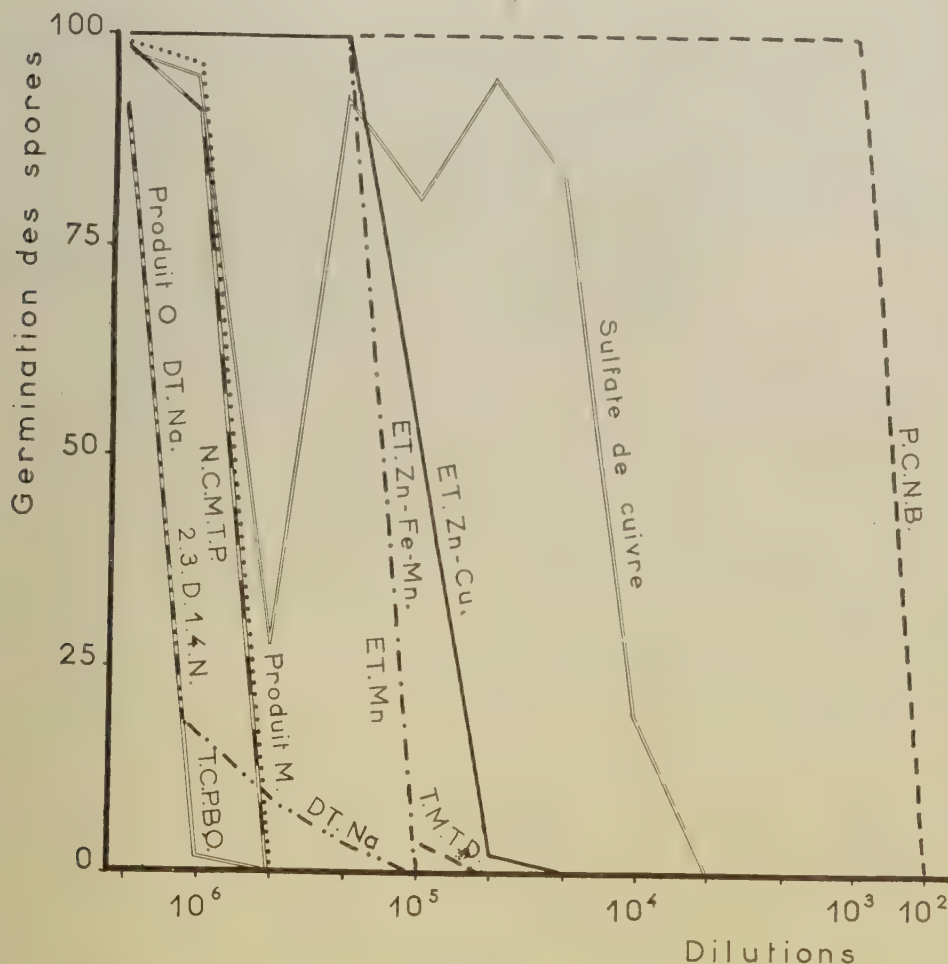
Cette absence de repos végétatif explique l'échec de nos essais de traitement des bulbes ou des bulbilles par la chaleur : le parasite était tué à partir de 54°5, mais le pouvoir germinatif des bulbes, ralenti à 50°, était annihilé à 54°. Les trempages avaient été effectués avec divers réchauffeurs d'eau combinés avec des agitateurs pour homogénéiser la température et des thermostats de réglage.

### 2. *Méthodes chimiques.*

Pour l'emploi d'anticryptogamiques des essais ont été faits par désinfection du sol, désinfection des bulbes et par traitements mixtes au laboratoire, en serre et en plein champ.



*Essais sur lames.* — Méthode Mc CALLAN — essais destinés à définir l'activité des produits sur les germinations des spores. Les résultats sont résumés dans le graphique n° 1.



GRAPHIQUE 1

- Produit O : Sels de zinc de 2-pyridinethione 1. oxyde;  
 D T. Na : N. méthylthiocarbamate de sodium;  
 2. 3. D. 1. 4. N. : 2-3 dichloro 1-4 naphtoquinone;  
 T. C. P. B. Q. : Tétrachloroparabenzquinone;  
 N. C. M. T. P. : N. trichlorométhylmercaptocyclohexene dicarboximide;  
 Produit M : Diméthyltétrahydro-1, 3, 5 2 H thiadiazine 2- thione;  
 E. T. Mn. : Ethylènebisdithiocarbamate de manganèse;  
 E. T. Zn : Ethylènebisdithiocarbamate de zinc;  
 E. T. Fe : Diméthylthiocarbamate de fer;  
 T. M. T. D. : Thirame;  
 ET. Zn. Cu. : Ethylènebisdithiocarbamate de zinc + oxychlorure tetracuvrique;  
 Sulfate de Cuivre;  
 P. C. N. B. : Pentachloronitrobenzène;

*Essais sur sable.* — Méthode de ZENTMEYER.

Le champignon est cultivé sur grains de blé en fiole d'Erlenmeyer.

Les grains contaminés sont placés en tubes stériles au milieu d'une masse de sable.



Ces tubes sont alors saturés d'une solution anti-cryptogamique. Après incubation à 24° pendant des durées de 1 à 5 jours, ces grains de blé sont repris et repiqués sur milieu gélosé. On note le développement du champignon dans chaque tube de repiquage.

Les produits suivants, à la dose de 1 p. 100 de matière active, se sont montrés inefficaces :

O — 50 p. 100 de sels de zinc de 2-pyridinethione 1. oxyde.

M — 85 p. 100 de diméthyltétrahydro-1,3,5 2 H thiadiazine-2- thione.

S — 96 p. 100 de tétrachloroparabenzquinone.

P — 50 p. 100 de 2-3 dichloro 1-4 naphtoquinone ou dichlone.

C — 50 p. 100 de N. trichlorométhylmercaptocyclohexene dicarboximide ou captane.

Seul, le N. méthylthiocarbamate de sodium a manifesté une action fongistatique à des doses supérieures à 0,1 p. 100 de matière active.

*Essais en serre, en bacs.* — L'action du N. méthylthiocarbamate de sodium ayant été mise en évidence par les essais précédents, c'est ce produit que nous avons utilisé en cultures de serre.

Enfouissement dans le sol à 10 centimètres de lots de cultures de Fusarium sur paille hachée ; traitement du sol avec diverses doses de produit : 31, 62 et 93 cc. de matière active par mètre carré diluée dans 20 l d'eau, soit 100, 200, 300 cc au mètre carré de produit commercial.

Essais d'isollements sur blé germé gélosé, à partir de fragments de ces lots de pailles prélevés 7, 21 et 60 jours après.

Dans tous les cas, reprise d'activité du champignon avec toutefois un léger retard pour les lots traités à la dose de 93 cc.

*Essais en bacs à l'extérieur.* — Des bacs contenant un mélange de terreau désinfecté et de terre d'alluvion sont contaminés avec le Fusarium.

Les bulbes (40 par bac) sont plantés 14 jours après le traitement du sol. Dans une série, les bulbes ont subi avant plantation un poudrage au thirame à 80 p. 100 de matière active.

L'examen du tableau ci-joint révèle qu'aucun traitement du sol ne s'est montré efficace pour la Fusariose. Par contre, le poudrage des bulbes au thirame met en évi-

	Bulbes fusariés	Bulbes sains
Méthylthiocarbamate de sodium 100 cc/m <sup>2</sup> .....	32	7
Méthylthiocarbamate de sodium 100 cc/m <sup>2</sup> + thirame bulbes.....	17	23
Méthylthiocarbamate de sodium 200 cc/m <sup>2</sup> .....	34	8
Méthylthiocarbamate de sodium 200 cc/m <sup>2</sup> + thirame bulbes .....	10	30
Chloropicrine 30 cc/m <sup>2</sup> .....	34	6
Chloropicrine 30 cc/m <sup>2</sup> + thirame bulbes .....	16	24
Chloropicrine 60 cc/m <sup>2</sup> .....	39	1
Chloropicrine 60 cc/m <sup>2</sup> + thirame bulbes .....	4	35
Chaleur .....	40	0
Chaleur + thirame bulbes .....	7	33
Produit M. 50 g/m <sup>2</sup> .....	38	2
Produit M. 100 g./m <sup>2</sup> .....	38	2
Captane .....	32	8
Thirame bulbes .....	30	10
Témoin sol contaminé .....	35	3
Témoin sol sain .....	8	32



dence une efficacité certaine et un ralentissement considérable de l'évolution de la maladie.

Cette action fongistatique a suffi souvent pour permettre la floraison normale du glaïeul.

*Essais en plein champ.* — Les résultats en plein champ sont parfois différents des résultats obtenus en serre où l'apport d'inoculum assure une infection homogène du sol, ce qui n'existe jamais dans les terrains de culture.

Un essai a été réalisé à Carqueiranne avec la variété *Nouvelle Europe*, sur sol ayant déjà porté l'année précédente une culture de glaïeuls. Il comportait six blocs de 8 parcelles nettement séparées les unes des autres pour éviter les contaminations. Chaque parcelle de 5,60 m comprenait 4 lignes de 35 glaïeuls.

	Désinfection du sol	Traitement des bulbes après décortilage avant plantation
1	<i>N. méthylthiocarbamate de sodium</i> 62 cc. de matière active au mètre carré dilué dans 40 l. d'eau. sol mouillé sur 40 cm.	Poudrage au thirame à 80 % de matière active
2	<i>Vapeur</i> : système à cloches 80° à 15 cm, pendant 10 mn.	»
3	<i>Thirame</i> : 10 g de matière active au mètre linéaire répartis dans le sillon avant plantation.	»
4	<i>N. méthylthiocarbamate de sodium</i>	Sans traitement
5	<i>Vapeur</i> .	»
6	<i>Thirame</i>	»
7	Sans désinfection.	Poudrage au thirame à 80 % de matière active
8	Sans désinfection.	<i>Témoin</i> : sans traitement

(1) Nous remercions vivement les techniciens du Foyer de Progrès Agricole d'Hyères qui ont assuré la récolte et la classification des fleurs permettant d'évaluer en fonction des cours la répercussion économique des divers traitements.

Les bulbes furent traités avant la mise au frigorifique avec un poudrage lindane-zinèbe. Avant la plantation, ont été éliminés tous les bulbes présentant des lésions quelconques.

Le thirame a été choisi pour le poudrage des bulbes en raison des résultats obtenus par LAFON (1959). D'après la bibliographie d'autres fongicides tels que le captane ou la tétrachlorobenzquinone seraient aussi efficaces.

Le classement des traitements par comptage de tiges florales et pourcentage par rapport au nombre de bulbes plantés est le suivant :

Chaleur .....	38,6 %	} I
Témoin .....	42,9 %	
Thirame sol .....	46,5 %	
N. méthylthiocarbamate de sodium .....	46,5 %	
N. méthylthiocarbamate de sodium + Thirame bulbes ..	67,1 %	} II
Thirame bulbes .....	70,3 %	
Chaleur + thirame bulbes .....	70,5 %	
Thirame sol + thirame bulbes .....	70,7 %	

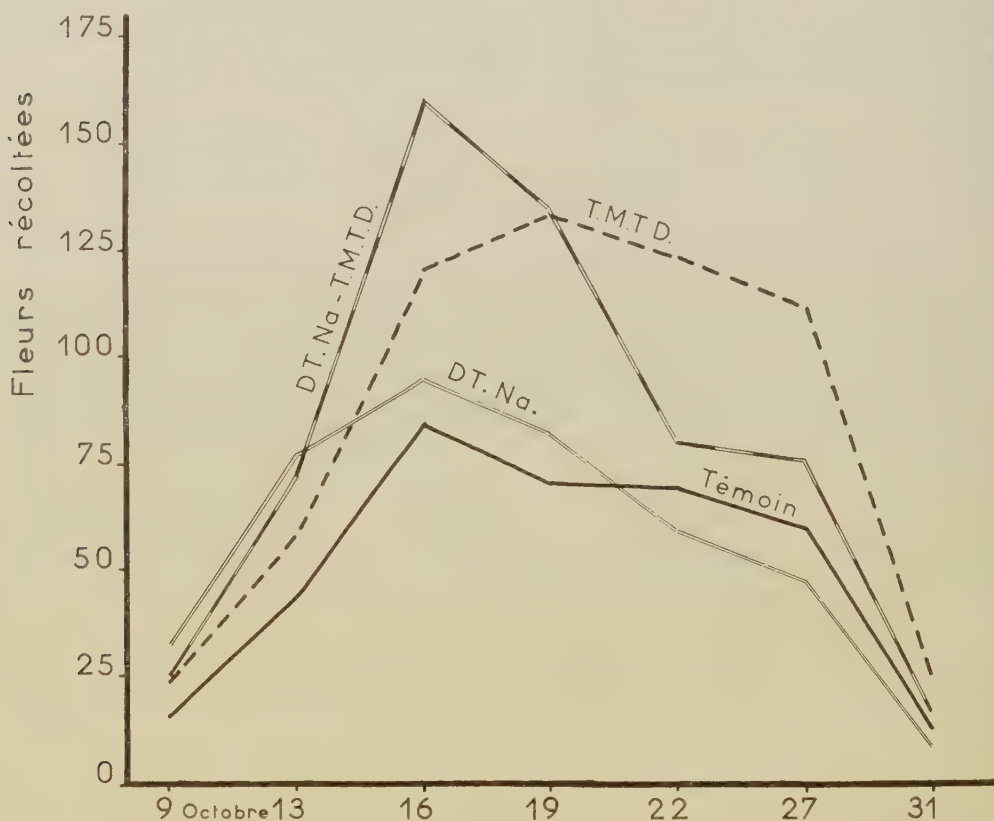
Plus petite différence significative  $d = \pm 12$



Le groupe II est significativement supérieur au groupe I, donc le poudrage des bulbes au thirame est efficace.

Les parcelles traitées au N. méthylthiocarbamate de sodium ont eu un départ de végétation plus hâtif, une plus grande précocité de récolte, mais une diminution ensuite très rapide des floraisons.

Sur le graphique n° 2, nous avons figuré l'importance des récoltes en nombre total de fleurs.



GRAPHIQUE 2

DT-Na-T. M T. D. : N. méthylthiocarbamate de sodium + thirame bulbes

T. M. T. D. : Thirame bulbes

DT-Na : N. méthylthiocarbamate de sodium

On note l'action efficace du traitement des bulbes au thirame et la précocité de la récolte dans la parcelle désinfectée au N. méthylthiocarbamate de sodium.

Sur le graphique n° 3, nous n'avons noté que les fleurs de première qualité, facteur important dans une culture florale. Les conclusions sont analogues à celles du graphique n° 2.

Cette action variée des produits portant à la fois sur la précocité, le nombre de fleurs, la qualité des fleurs, nous a amené à chiffrer le bénéfice obtenu par l'application de traitements.

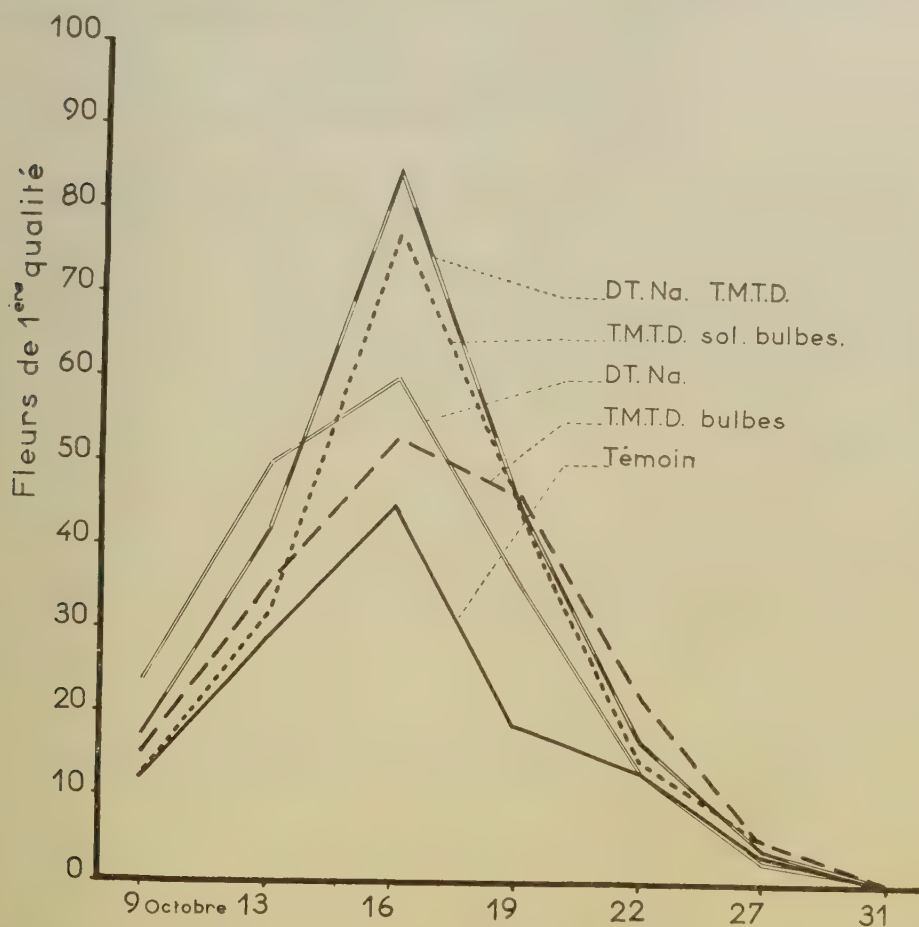
Pour une valeur 100 du témoin, on a les plus values suivantes sauf pour le



traitement du sol par la chaleur sans désinfection des bulbes, qui a produit une diminution :

Sol	Bulbes	%
Chaleur .....	—	84
Témoin .....	—	100
Thirame .....	—	103
N. méthylthiocarbamate de sodium .....	—	119
Chaleur .....	Thirame	154
Thirame .....	Thirame	155
N. méthylthiocarbamate de sodium .....	Thirame	160
	Thirame	165

Dans le cas de l'expérience, la valeur brute de la récolte à l'hectare a été de 44 500 Nouveaux Francs pour le témoin et de 73 800 N. F. pour le traitement le plus efficace.



GRAPHIQUE 3

DT-Na-T. M. T. D. : N. méthylthiocarbamate de sodium + thirame bulbes. — T. M. T. D. Sol. bulbes : Thirame sol + thirame bulbes. — T. M. T. D. bulbes : Thirame bulbes

## V. — RÉSUMÉ ET CONCLUSION

La Fusariose est une maladie très importante dans les cultures de glaïeul du Sud-Est de la France. Nous pensons qu'elle n'est provoquée que par une seule espèce de champignon pathogène, le *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* (Massey) Sn. et H.

Ce parasite est favorisé par des températures élevées : c'est une maladie dont les dégâts maxima apparaissent de juin à septembre. Pour certaines variétés de grande valeur horticole, il est difficile de trouver des lots de bulbes présentant moins de 25 p. 100 d'infection.

Les essais au laboratoire et en plein champ ont montré l'inefficacité des traitements du sol par la chaleur et par les produits anticryptogamiques actuellement connus, lorsque les bulbes ne sont pas désinfectés.

Le traitement des bulbes avant plantation a donné des résultats positifs. Le poudrage avec le thirame a permis d'augmenter de 60 p. 100 la valeur de la récolte. Cette augmentation est due à la fois au nombre de tiges florales plus élevé et à un grand nombre de fleurs de qualité supérieure.

Reçu pour publication en février 1961.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1956. Essais de lutte contre la fusariose du glaïeul. *Cah. Dept. Agric. Esso Standard*, **2**.
- BALD J. G., MARKLEY B. B., 1955. Application of hot water treatment to growers' lots of gladiolus cormels. *Phytopathology*, **45**, 693.
- BALD J. C., 1953. Control of disease by heat-curing and dipping gladiolus corms. I. — Wound periderm and the extension of lesions. II. — Incidence of lesions. III. — Dipping trials. *Phytopathology*, **43**, 141-145, 146-150, 151-155.
- BRUHN C., 1955. Untersuchungen über die *Fusarium* — Krankheit der gladiolen — Erreger: *Fusarium oxysporum* Schl. f. *gladioli* (Massey) Snyder and Hansen. *Phytopathol. Z.*, **25**, 1-38.
- BUXTON E. W., ROBERTSON N. F., 1953. The *Fusarium* yellows disease of gladiolus. *Plant Pathol.*, **2**, 61-64.
- Mc CULLOCH Lucia, 1944. A vascular disease of gladiolus caused by *Fusarium*. *Phytopathology*, **34**, 263-287.
- DENNY F. E., 1938. Prolonging then breaking the rest period of gladiolus corms. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, **9**, 403-408.
- FORSBERG J. L., 1955. *Fusarium* disease of gladiolus : Its causal agent. *Bull. Ill. Nat. Hist. Surv.*, **26**, 447-503.
- GAGNOTTO A. V., 1953. Osservazioni su *Fusarium oxysporum* Schl. f. *gladioli* Massey e prova di lotta contra di esso. *Ann. Sper. Agrar.*, **7**, 807-825.
- LAFON R., 1959. La Fusariose du glaïeul — Moyens de lutte — *France Hortic.*, **3**, 37-44.
- MAGIE R. Q., 1956. Hot water treatment for controlling gladiolus corm borne pathogens. *Phytopathology*, **46**, 19.
- MARSHALL B. H., Jr., 1953. Relation of wound periderm in gladiolus corms to penetration by *Fusarium oxysporum* f. *gladioli*. *Phytopathology*, **43**, 425-431.
- MASSEY L. M., 1936. *Fusarium* rot of gladiolus corms. *Phytopathology*, **16**, 509-523.
- MILLER H. N., MAGIE R. O., 1950. Control of *Fusarium* storage rot of gladiolus corms. *Phytopathology*, **40**, 209-212.
- ROISTACHER C. N., BAKER K. F., BALD J. G., 1957. Hot water treatment of gladiolus cormels for the eradication of *Fusarium oxysporum* f. *gladioli*. *Hilgardia*, **26**, 659-684.
- ROISTACHER C. N., BAKER K. F., BALD J. G., 1957. 2-3-5 triphényltétrazolium chloride as an indicator of germinability and dormancy of gladiolus cormels. *Hilgardia*, **36**, 685-704.



## ISOLEMENT DE *PIRICULARIA ORYZAE* (BR. CAV.) ET DE *HELMINTHOSPORIUM ORYZAE* BREDÁ DE HAAN À PARTIR DE SEMENCES DE RIZ *ORYZA SATIVA* L.

Soraya AZEEMUDDIN et J. PONCHET.

Station centrale de Pathologie végétale,  
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.

L'introduction en France de certaines maladies cryptogamiques du riz est relativement récente. En 1959, une importante épidémie de piriculariose a été signalée et étudiée par P. BERNAUX. L'auteur émet l'hypothèse selon laquelle le *Piricularia oryzae* aurait été introduit, dans les rizières du Sud de la France, par des semences importées d'Italie.

La transmission du *P. oryzae* par les semences de riz a été fort discutée et aucune méthode d'analyse sanitaire des grains, sur milieu gélosé, n'a encore été mise au point. C'est dans le but de combler cette lacune qu'ont été entrepris les travaux dont il est brièvement rendu compte dans la présente publication. Tout au cours des essais, il a été possible de noter l'importance de la flore mycologique des semences de riz et de mettre en évidence un parasite dangereux : l'*Helminthosporium oryzae*.

La piriculariose est connue depuis fort longtemps dans les régions productrices de riz, elle y provoque d'importantes pertes annuelles. Les semences infectées germent mal et une certaine proportion est souvent perdue. Selon SUZUKI (1934), la contamination peut intervenir avant, pendant ou après la période de la floraison, sans qu'aucun symptôme ne soit visible sur les enveloppes florales. Dans le cas d'infections graves, cependant, seules des glumes vides peuvent subsister. Selon le même auteur, un examen microscopique permet de mettre en évidence les filaments mycéliens du *P. oryzae* dans les tissus de l'embryon, de l'albumen, du péricarpe et des glumes. Il est également possible de trouver des hyphes et des conidies entre les glumes et le grain.

TISDALE (1922) a pu mettre le champignon en évidence à partir de semences mises en germination sur papier filtre.

Certains auteurs indiquent que le *P. oryzae* n'est pas habituellement considéré comme transmissible par la semence. C'est le cas de ORTON (1931) qui se réfère aux travaux de NISHIKADO et MIYAKE (1917).

## I. — DESCRIPTION DU *P. oryzae* ET DE *l'H. oryzae*

Selon la description de NISHIKADO en 1917, le mycelium du *P. oryzae* en culture est cloisonné, hyalin ou de couleur olive. Les conidiophores sont de teinte olive, fuligineux ; ils forment des conidies isolées au début, puis pleurogènes.

Les conidies sont variables en formes et dimensions, piriformes, à base arrondie et à apex rétréci. Elles possèdent de 1 à 3 cloisons, sont presque hyalines et mesurent en moyenne 19 à 23  $\mu$  de long et 7 à 9  $\mu$  de largeur.

D'après VANDERWEYEN (1959), *l'H. oryzae* présente, en culture pure, une colonie cotonneuse grise à vert grisâtre, donnant au substrat une coloration semblable. Les conidiophores, brun fuligineux, fréquemment ramifiés à leur base, portent des conidies légèrement courbes possédant un apex hémisphérique. Les cellules basales et apicales sont souvent plus pâles que les cellules intermédiaires. Les conidies ont les dimensions suivantes :  $73 \times 16 \mu$  pour six cloisons,  $100 \times 13 \mu$  pour un nombre de cloisons variant de trois à dix.

Le *P. oryzae* ne donne habituellement pas de colonie sur le milieu gélosé à partir de grains infectés. Il est vraisemblable que ce fait est dû à la présence, sur les mêmes grains, de champignons divers dont le développement rapide masque ou inhibe celui du *P. oryzae*. Par ailleurs, *l'H. oryzae* beaucoup plus facile à isoler peut se trouver également masqué par certains compétiteurs appartenant au genre *Epicoccum*.

Il était intéressant et utile de chercher une technique permettant de mettre en évidence les deux principaux parasites du riz transmis par les semences. Cette technique n'a pu être mise au point qu'après une analyse détaillée de la flore mycologique habituelle des semences de riz.

## II. — CHAMPIGNONS ISOLÉS DES SEMENCES DE RIZ

Différents essais ont été entrepris concernant l'étude des champignons présents sur des semences récoltées en Camargue en 1959, après une grave épidémie de piriculariose. Ces semences provenaient de la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier et appartenaient à différentes variétés de riz.

Un premier prélèvement de chaque lot de grains a été agité dans de l'eau stérile ; après décantation et centrifugation du liquide surnageant, le culot obtenu a été examiné au microscope. L'examen a permis de mettre en évidence des spores appartenant aux genres : *Alternaria*, *Epicoccum* et *Piricularia*.

Des ensemencements, après dilutions successives, ont fourni uniquement les deux premiers genres et diverses espèces de Mucoracées. De façon à mettre en évidence des organismes situés plus profondément dans les téguments, sous forme mycélienne, les semences ont été ensuite désinfectées superficiellement et déposées en boîtes de Pétri sur milieu gélosé. La désinfection à l'hypochlorite de sodium titrant 1° chlorométrique, pendant cinq minutes, permet, en outre, d'éliminer des saprophytes particulièrement envahissants tels les *Rhizopus* sp. et *Mucor* sp.

La méthode suivie était celle bien connue sous le nom d'« Ulster method » utilisant de la gélose malt à 2 p. 100, des échantillons de cent grains ayant été chaque fois ensemencés et mis en incubation à 20°.



Le tableau I résume les résultats obtenus avec six variétés de riz déjà analysées par la méthode des dilutions.

TABLEAU I

*Champignons isolés sur gélose malt à partir de semences de riz.*

Variétés	Pourcentage de colonies.			
	<i>Alternaria</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Helminthosporium</i>	<i>Fusarium</i> .
Americano .....	80	15	0	0
Rinaldo-Bersani .....	85	10	0	5
Maratelli .....	85	0	0	0
Stirpe 136 .....	60	6	4	0
Camargue .....	95	5	0	0
Montpellier .....	90	10	0	0

On a noté en outre, pour la variété *Maratelli*, la présence de *Cladosporium herbarum*, de *Penicillium* sp. et d'*Aspergillus* sp.

Il est à remarquer qu'aucune colonie de *P. oryzae* n'a pu être obtenue, malgré d'autres tentatives d'isolement direct et en dépit de la présence du parasite, signalée par des conidies.

Différents types de milieux de culture ont été ensuite expérimentés, dont les suivants, signalés comme favorables au développement du *P. oryzae* :

Gélose malt additionnée de thiamine et biotine.

Décoction d'oignon gélosée.

Gélose pomme de terre glucosée.

Gélose pomme de terre additionnée de saccharose.

Gélose flocons d'avoine.

Les pourcentages de colonies obtenus sont restés voisins de ceux mentionnés dans le tableau I, aucune trace du *P. oryzae* n'a pu être relevée.

Les saprophytes des genres *Alternaria* et *Epicoccum* se développant bien sur tous les milieux de culture mis à l'épreuve, il est apparu indispensable de les éliminer de manière sélective.

### III. — RECHERCHE DE MÉTHODES D'ISOLEMENT

Trois voies principales ont été suivies : modification de la température d'incubation, désinfection superficielle des grains, addition de fongicides sélectifs au milieu de culture.

#### a) *Effets de la température*

Il ne semble pas possible d'utiliser le facteur température pour modifier suffisamment la compétition entre les champignons des semences de riz. Quelles qu'aient été les températures utilisées ou les variations successives appliquées à un même échantillon, le *P. oryzae* n'a pas été obtenu en culture pure à partir des semences, décortiquées ou non.

L'*H. oryzae*, par contre, s'isole plus facilement à 28°, cette température est citée dans la littérature comme devant être favorable également à la croissance du *P. oryzae*.

### b) Désinfection superficielle des grains

Plusieurs produits fongicides ont été expérimentés, soit en poudrage des semences soit par des trempages plus ou moins longs. Lorsqu'on utilise un désinfectant polyvalent, on peut faire varier la durée du trempage de manière à éliminer successivement les champignons situés à différentes profondeurs dans les téguments du grain. Cette méthode a été retenue et étudiée avec soin, le *P. oryzae* semblant s'installer profondément dans les enveloppes, les saprophytes à éliminer étant au contraire plus superficiels. Le bichlorure de mercure, en particulier, élimine bien *Epicoccum* sp.

L'enrobage des semences avec des produits fongicides a été beaucoup moins satisfaisant et a dû être abandonné.

Les techniques utilisées seront exposées en détail dans le chapitre suivant :

### c) Addition de produits fongicides au milieu de culture.

Une étude préalable a été effectuée en incluant divers produits, à des concentrations croissantes, dans de la gélose malt. On a alors recherché pour chaque champignon, pris séparément, la dose inhibitrice.

Les fongicides suivants ont été expérimentés :

Pentachloronitrobenzène (P. C. N. B.)

Captane

Streptomycine

Rose bengale

Pentachloronitrobenzène additionné de streptomycine.

Le P. C. N. B. s'est montré intéressant pour éliminer les champignons du genre *Alternaria* à la concentration de 1 p. 1000 d'un produit à 30 p. 100 de matière active. Malheureusement le produit a également, à cette concentration, une action inhibitrice vis à vis du *P. oryzae* et de l'*H. oryzae*. De plus, le P.C.N.B, utilisé sur les semences ou dans le milieu, amène un développement très abondant de colonies bactériennes qu'il n'a pas été possible d'éliminer avec la streptomycine à des concentrations permettant la croissance normale des champignons recherchés.

Il pourrait être intéressant de poursuivre la recherche d'un milieu de culture sélectif ou de combiner l'utilisation d'un tel milieu avec une désinfection superficielle. En effet, *Epicoccum* sp. peut être éliminé par traitement du grain, *Alternaria* sp. par un milieu sélectif, sans que soient apparemment modifiées les proportions de *P. oryzae* et d'*H. oryzae*.

L'application des résultats obtenus dans les expériences préliminaires a été effectuée sur un lot de semences aimablement transmis par la Station d'Essais de semences de Lisbonne et reconnu comme étant contaminé par *H. oryzae* et *P. oryzae*.

Ensemencés sur gélose flocons d'avoine et mis en incubation à 28°, les grains se sont montrés fortement contaminés par *H. oryzae* (36 p. 100) tandis que sur gélose malt on ne pouvait dénombrer que 20 p. 100 de colonies.

L'*H. oryzae* a été, en outre, isolé de 30 p. 100 des grains sur gélose malt contenant du P. C. N. B.



IV. — MÉTHODE D'ISOLEMENT DE L'*H. oryzae* ET DU *P. oryzae*

Dans une première expérience, des échantillons de cent grains ont été d'abord trempés pendant 3 à 5 minutes dans de l'alcool éthylique à 50 ou 60 p. 100, puis désinfectés pendant des durées variables dans une solution de bichlorure de mercure à 1 p. 1000. Les grains ont été ensuite lavés cinq fois successives par de l'eau stérile puis ensemencés sur gélose malt et mis en incubation dans des chambres humides pendant 7 jours à la température du laboratoire (18 à 22 degrés).

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2 et exprimés, pour chaque champignon, en p. 100 du nombre total de colonies observées, de manière à faire mieux ressortir les proportions relatives de chacun des isollements.

TABLEAU 2

*Action de la désinfection superficielle sur les champignons isolés de grains de riz.*

Mode de désinfection	Pourcentage de colonies			
	<i>P. oryzae</i>	<i>H. oryzae</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Epicoccum</i>
Alcool 50% 3 minutes Hg Cl <sub>2</sub>				
6 minutes .....	2	33	30	35
Alcool 50% 3 minutes Hg Cl <sub>2</sub>				
7 minutes .....	4	44	22	30
Alcool 50% 3 minutes Hg Cl <sub>2</sub>				
10 minutes .....	13	13	27	47
Alcool 60% 5 minutes Hg Cl <sub>2</sub>				
10 minutes .....	2	35	33	30

Les résultats du tableau 2 indiquent que la méthode décrite permet de mettre en évidence le *P. oryzae* mais que la désinfection doit être conduite avec beaucoup de soin.

La présence de colonies bactériennes se développant autour des grains est une cause de variation qu'il est apparu nécessaire de réduire au maximum en opérant, autant que possible, en conditions stériles et en séchant les grains avant de les ensemen-  
 -

Une seconde expérience a été exécutée de façon à bien établir le rôle de la désinfection superficielle, de sa durée, l'utilité de l'incubation en chambre humide et l'importance de l'aseptie.

Après trempage pendant 3 minutes dans l'alcool à 50 p. 100, les grains ont été désinfectés pendant 5 ou 10 minutes dans le bichlorure de mercure à 1 p. 1000. Un premier lavage à l'alcool a été suivi de 5 lavages successifs dans l'eau stérile, de façon à bien éliminer le sel de mercure. Extraits de la dernière eau de rinçage, les grains de riz ont été déposés dans des enveloppes de papier filtre doubles, stérilisées. Après fermeture, les enveloppes ont été déposées dans un dessiccateur désinfecté et séchées sous vide pendant trois heures.

L'ensemencement a été effectué sur gélose malt. Après 7 jours d'incubation à la température du laboratoire, à l'intérieur d'une chambre humide ou non, tous les échantillons ont été placés à 20°, sous une source lumineuse continue, pendant au moins 48 heures, de façon à stimuler la sporulation.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3.

TABLEAU 3

*Fréquences relatives des champignons isolés de semences de riz, après désinfection en surface et incubation à l'air libre ou en chambre humide.*

Mode de désinfection	Incubation	<i>P. oryzae</i>	<i>H. oryzae</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Epicoccum</i>
ClO Na 1 %, 10 min. grains non rincés	Air	0	0	80	20
Hg Cl <sub>2</sub> 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> , 10 min. 5 rinçages	Air	13	43	30	14
	Ch. humide	17	35	32	16
Hg Cl <sub>2</sub> 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> , 5 min. 5 rinçages	Air	2	20	50	28
	Ch. humide	8	20	41	31
Témoin non désinfecté.	Air	0	21	25	54
	Ch. humide	0	15	34	51

La désinfection à l'hypochlorite de sodium a été suivie de l'apparition de nombreuses colonies bactériennes, elle n'est pas utilisable dans le cas de parasites transmis par les semences de riz. Le *P. oryzae* se développe bien sur gélose malt lorsque les grains ont été désinfectés dans le bichlorure de mercure et ensemencés avec de sérieuses précautions d'aseptie. Son développement semble meilleur lorsque l'incubation a lieu en chambre humide, ce qui confirme les conclusions de T. ABE (1933).

La colonie du *P. oryzae* développée autour du grain de riz a un mycelium aérien blanc, peu développé; au contact de la gélose elle est de couleur vert olive à brun noir avec une marge blanche. La sporulation est rapide après un court séjour sous la lumière continue.

## V. — CONCLUSIONS

L'isolement direct des parasites transmis par les semences de riz présente un certain nombre de difficultés lorsque les saprophytes du genre *Alternaria* et *Epicoccum* sont présents sur les téguments du grain, ce qui est presque toujours le cas. On peut mettre en évidence l'*H. oryzae* sur de nombreux milieux de culture, la gélose flocons d'avoine tout particulièrement.

Différentes expériences conduites avec des semences infestées et des cultures pures des champignons de la flore mycologique du grain de riz ont permis de mettre au point une technique simple, permettant d'isoler à la fois l'*H. oryzae* et le *P. oryzae* sur gélose malt. Il suffit de pratiquer une désinfection superficielle en bonnes conditions d'aseptie.

La technique est susceptible d'être encore améliorée, elle a cependant permis de montrer d'une façon indiscutable que le *P. oryzae* est bien transmis par les semences de riz sous forme mycelienne incluse profondément dans les téguments du grain.

*Reçu pour publication en février 1961.*



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABE T., 1933. On the relationship of atmospheric humidity to the infection of the rice plant by *Piricularia oryzae* B. C. *Forsch. Geb. Pflkr.* (Kyoto) 2, 98-124.
- BERNAUX P., 1959. L'épidémie de Piriculariose du riz en France en 1959. *Bull. Inform. Rizic. Fr.* 63.
- NISHIKADO Y., 1917. Studies on the rice blast fungus. *Ber. Ohara Inst. Landw. Forsch.*, 1, 171-218.
- ORTON C. R., 1931. Seedborne parasites. *Bull. W. Va. Agric. Exp. Sta.*, 245, 47 p.
- PADWICK G. W., 1950. Manual of rice diseases. *Commonw. Mycol. Inst. Kew.*, 198 p.
- SUZUKI H., 1934. Studies on an infection-type of rice diseases analogous to the flower infection. 1) On *Piricularia oryzae* B. C. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 3, 1-14.
- TISDALE W. H., 1922. Seedling blight and stock burn of rice and the hot water treatment. *U. S. D. A. Agric. Bull.* 1116.
- VANDERWEYEN A., 1959. L'Helminthosporiose du riz au Congo Belge. *Bull. Agric. Congo Belge*, 1, 3, 649-660.
-





## SUR UNE AMIBE PARASITE DES RACINES DE RIZ EN CAMARGUE

O. TUZET et T. ROUQUEROL

*Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, Montpellier*

*Laboratoire de Recherches de la Chaire de Botanique et de Pathologie végétale, Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale d'Agriculture, Montpellier.*

Au cours d'observations répétées faites dans des racines de riz provenant de nombreuses rizières de Camargue, nous avons noté l'invasion du parenchyme cortical des radicelles par un protiste jusqu'ici non décrit.

C'est au moment de la pleine végétation du Riz (début du mois d'Août) qu'il envahit les racines et s'y multiplie intracellulairement de façon massive, chaque protiste occupant une cellule et donnant par division un autre organisme qui occupe une cellule voisine.

Les caractères de ce protiste sont les suivants :

*Taille* : moyenne : 27 et 14  $\mu$  pour la plus grande et plus faible dimension.

*Membrane* : à double contour simple, semi-rigide.

*Protoplasme* : hyalin sans vacuoles.

*Noyau* : de grande taille (6,25  $\mu$  en moyenne).

Celui-ci composé au repos d'un élément central (caryosome) fixant fortement les colorants, baignant dans un suc nucléaire, apparaissant en coupe sous forme d'un anneau réfringent. Ce noyau subit un étirement, se fragmente en deux calottes qui semblent migrer dans le protoplasme, sans doute par suite de la rupture de la paroi extérieure de la sphérule. La formation de ces calottes s'accompagne d'une localisation de la chromatine dans le caryosome et de l'apparition de masses arrondies ou légèrement étirées. Ces mitoses, et la multiplication de cet organisme se produisent en période chaude, tant que la plante de riz est en végétation. Les échanges entre protiste et cellule hôte se font sans doute au niveau d'un point particulier, point d'interruption de la membrane ressemblant à un apex et fréquemment visible sur les coupes. Il n'est pas impossible que cet apex permette également l'ingestion de certains éléments figurés, bactéries par exemple au moment où la cellule en voie de dégradation est envahie par des germes nombreux.

Des pseudopodes épais et courts sont parfois visibles sans que l'organisme soit d'ailleurs doué de mouvement, du moins dans les conditions de vie intracellulaire où nous l'avons observé. Ces pseudopodes semblent accompagner les divisions cellulaires ; et, opérant le passage d'une cellule à l'autre, être à l'origine de la cellule fille où migre le second noyau.

Il ne semble pas que cet organisme subisse de la part de la plante hôte de réactions de défense ; il ne semble doué lui-même d'aucun pouvoir toxigène, aucune nécrose n'apparaît dans les tissus qui arrivent pourtant, en fin de végétation, à être pénétrés d'une gangue de protistes.

Lorsque se produit le dépérissement de la plante de riz au cours des mois d'automne, on continue à observer le parasite tant qu'il subsiste des traces de parenchyme cortical. Mais son alimentation se réduisant graduellement les mitoses s'arrêtent, le

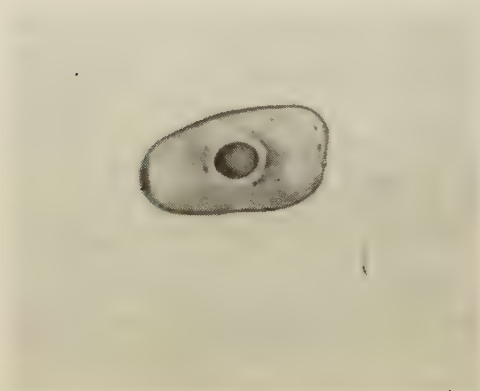


FIG. 1. — *Rizamœba camariae* — Zone chromatique annulaire à la périphérie du noyau.

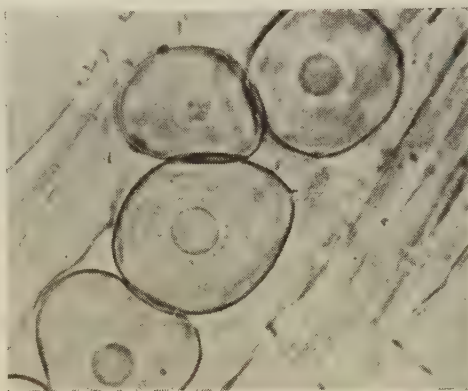


FIG. 2. — *Rizamœba camariae* — Cellules en place dans les tissus.

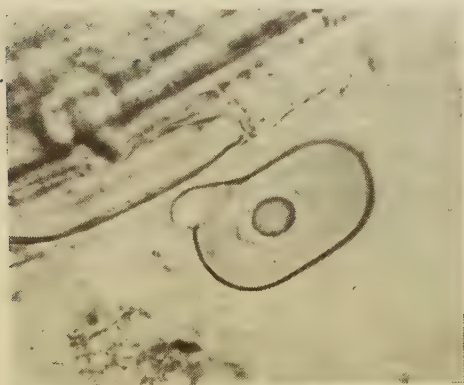


FIG. 3. — *Rizamœba camariae* — Emission de pseudopode — calotte chromatique migrant dans le protoplasme

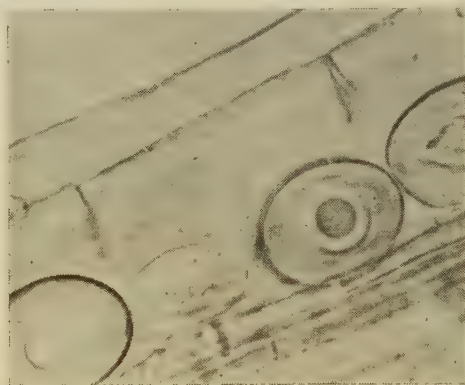


FIG. 4. — *Rizamœba camariae* — Cellules en place avec figures de dégénérescence.

noyau restant fixé au point où l'a laissé la disparition du protoplasme de la cellule hôte. Sa membrane semi-rigide semble l'isoler en partie des variations de milieu, et il réagit à ces dernières avec lenteur, ce qui explique sa persistance sur les squelettes cellulotiques de la racine pendant une certaine partie de l'hiver ; il finit par disparaître.

Nous avons observé quelques rares individus sphériques, de taille mineure dont les noyaux présentaient les caractères des noyaux au repos ; ce noyau était de taille supérieure à la moyenne ( $8\mu$ ) entouré d'une mince couche de cytoplasme, lui-même



revêtu d'une membrane épaisse non interrompue par un apex. Ces individus seraient peut-être des formes de kystes plus résistants à la dessiccation.

L'abaissement de la température semble peu affecter cet organisme que nous avons observé dans des racines maintenues au frigidaire dans de l'eau prise en glace.

Les caractères morphologiques indiqués ci-dessus permettent de rattacher cet organisme à la Super-Classe des Rhizopodes, classe des *Lobosa*, Ordre des Amœbiens Sous-Ordre des *Amastigogenima* (protistes sans flagelle au cours du cycle évolutif), Famille des *Thecamæbidae* dans laquelle on connaît un seul genre, celui des *Thecamæba* (SCHAFER A. A. 1926) distinct de celui que nous décrivons et qui comprend des amibes que l'on rencontre dans les gouttelettes d'eau retenues dans les anfractuosités de certains végétaux (mousse) ou dans le sol. Pour l'amibe du Riz nous proposons le nom du genre *Rizamæba* avec l'espèce type du genre *Rizamæba camarii* n. g. n. sp.

Il nous reste au cours des mois à venir, à étudier la fin du cycle évolutif de cet organisme, son ubiquité et son action sur le développement du Riz.

Cet organisme ne provoque aucune nécrose des tissus de la plante hôte et ne paraît pas, jusqu'à plus ample informé, exercer sur celle-ci une action néfaste. Néanmoins, étant donné la densité du revêtement qu'il forme autour de l'appareil absorbant il paraît difficile de supposer qu'il n'influe pas d'une manière ou d'une autre sur les processus de nutrition.

*Reçu pour publication en mars 1961.*

---





# PROTECTION DES BETTERAVES-RACINES ET DES PORTE-GRAINES CONTRE LA JAUNISSE BASÉE SUR LA LUTTE CONTRE LES VECTEURS

L. BONNEMAISON

Avec la collaboration technique de  
Raymonde HOGREL, M. KARADY et M. AUGENDRE

*Station centrale de Zoologie agricole,  
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.*

---

## PLAN DU MÉMOIRE

### I. — INTRODUCTION

### II. — BIOLOGIE DES VECTEURS — FLUCTUATIONS DES POPULATIONS

- A. — Principaux vecteurs.
- B. — Importance relative des divers vecteurs.

### III. — PROTECTION DES BETTERAVES-RACINES

- A. — Réduction des possibilités d'hivernation du virus.
- B. — Sélection de variétés tolérantes à la Jaunisse.
- C. — Importance des plantes-hôtes primaires ou secondaires sur la dissémination de la Jaunisse. Périodes de vols.
- D. — Date des semis et densité de plantation
- E. — Traitements aphicides.
- F. — Traitement des semences et emploi d'endotherapiques en granulés.

### IV. — PROTECTION DES PLANCHONS ET DES PORTE-GRAINES

- A. — Dispersion géographique.
- B. — Dates du semis. Cultures directe ou indirecte.
- C. — Emploi de plantes-écrans.
- D. — Emploi de plantes-abris.
- E. — Traitements aphicides.

### V. — CONCLUSIONS

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## I — INTRODUCTION

Les observations et expériences citées dans ce travail ont été commencées en 1946 ; une partie des résultats obtenus a été mentionnée dans quelques notes mais la publication de l'ensemble a été différée, les diverses techniques de protection qui avaient été essayées ne présentant pas un intérêt pratique suffisant ou étant d'une efficacité irrégulière.

Le problème de la lutte contre la Jaunisse de la Betterave n'est pas résolu mais nous disposons actuellement de moyens de protection d'une réalisation assez facile et d'un prix de revient modéré qui permettent de réduire les pertes de rendement attribuables à cette affection. Il est probable que, mis à part l'obtention de variétés résistantes à la Jaunisse et l'emploi de substances inhibitrices de virus, l'avenir réside dans l'amélioration des techniques qui sont mentionnées dans ce mémoire.

La Jaunisse a été signalée pour la première fois par GAILLOT (1890) aux environs de Saint-Quentin, puis par TROUDE (1898) dans le département du Nord et dans la Brie : les betteraves industrielles ont présenté en 1895 un jaunissement intense et le rendement a été très faible. Il semble que la Jaunisse fut très grave à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle dans les cultures betteravières du Nord de la France car PRILLIEUX fut chargé en 1898 par le Ministère de l'Agriculture d'étudier les causes de cette maladie ; TROUDE lui a attribué une origine physiologique alors que PRILLIEUX et DELACROIX (1898) supposaient qu'elle était due à une Bactérie (*Bacillus tabificans*).

Ce n'est qu'en 1936 que ROLAND (1936) et Van SCHREVEN (1936) ont prouvé que la Jaunisse était une maladie à virus transmissible par *Aphis fabae* et *Myzodes persicae*.

Plusieurs espèces de virus provoquent la Jaunisse de la Betterave ; cette question a été récemment étudiée par RUSSELL (1958) qui distingue deux groupes de virus. Le groupe I est caractérisé par une altération des nervures qui sont plus accusées que sur les plantes saines (vein-etch) et qui se nécrosent ultérieurement, le jaunissement des feuilles et un arrêt de la croissance ; le jus des plantes malades renferme des filaments visibles au microscope électronique. Ce groupe comprend des souches plus ou moins virulentes suivant les régions et les plantes sur lesquelles le virus a été prélevé mais elles réagissent toutes avec l'anti-sérum préparé à partir du virus nécrotique. La Jaunisse qui sévit en France, en Belgique, en Hollande, et en Allemagne appartient principalement à ce groupe ; elle prédomine également dans le Sud de l'Angleterre.

Les virus appartenant au groupe II ne provoquent pas de « vein-etch » et les feuilles jaunissent plus lentement ; le jus des plantes malades ne renferme pas de filaments et il n'a pas été possible de préparer un antisérum contre les virus de ce groupe ; une plante contaminée par un virus du groupe II est susceptible au virus du groupe I. Ce groupe comprend « la souche modérée » (mild Strain) et la souche modérée d'Irlande (Irish Mild Strain).

Deux autres souches ont été décrites : ce sont le « yellow-net virus » et la « jaunisse 41 » qui peuvent être provisoirement classés dans le groupe II.

Le yellow-net virus (*Betavitus nervaflavescentis*) est caractérisé par le jaunissement des nervures principales et secondaires qui se détachent nettement sur la colo-



ration verte du limbe ; il a été observé aux Etats-Unis, en Angleterre et en Allemagne, mais non en Allemagne occidentale (STEUDEL, 1954).

Enfin, une souche particulière a été trouvée dans une lignée portant le n° 41 d'une sélection faite en Irlande ; cette « jaunisse 41 » est transmissible par la graine dans la proportion de 47,5 p. 100 mais est difficilement transmise par *M. persicae* (CLINCH et LOUGHANE 1948). Ce virus est transmissible par les graines de la lignée 41 ainsi que par celles d'autres variétés.

Le virus de la Jaunisse est généralement classé dans la catégorie des virus persistants ; il présente certaines particularités qui justifient de la placer dans la catégorie des *virus semi-persistants* (SYLVESTER, 1956) dont la caractéristique principale est la faible durée de la période de rétention, c'est-à-dire du temps durant lequel le vecteur conserve son pouvoir infectieux (BONNEMAISON, 1957, 1958).

La période minimum d'acquisition du virus par *Myzodes persicae* SULZ. est de 5 mn d'après WATSON (1940), de 5-10 mn d'après BENNETT et COSTA (1954), de 60 mn d'après SYLVESTER (1956) ; la période optimum est en général de 6-8 heures ; le pourcentage de contaminations diminue graduellement au-delà d'une période de 24 heures et surtout de 48 heures.

La période latente est de quelques mn d'après WATSON (1940) et n'existe pas d'après HIJNER (1951).

La période de rétention, c'est-à-dire le temps durant lequel le vecteur reste infectieux, diffère assez fortement suivant les auteurs ; elle est de 24 à 48 heures d'après BENNETT et COSTA (1954), les pourcentages de transmission diminuent rapidement de 24 à 72 heures d'après WATSON (1940), et de 0-8 h à 48-56 h d'après SYLVESTER (1956). Cependant BJORLING (1949) a constaté que des ailés affamés de *M. persicae* restaient infectieux pendant 6 jours et HIJNER (1951) a signalé que des aptères de la même espèce restent infectieux pendant 10 jours lorsqu'ils sont nourris de *Capsicum*, plante non susceptible au virus de la Jaunisse, aussitôt après la période d'acquisition.

Il est admis par presque tous les chercheurs que la Jaunisse, à l'exception du type 41, n'est pas transmissible par la graine ; il n'est pas impossible que cela puisse se produire dans une proportion extrêmement faible.

Dans les conditions naturelles, le virus n'est pas transmissible par des moyens mécaniques ; KASSANIS (1949) a pu contaminer 25 p. 100 de plantes en maintenant au préalable celles-ci à l'obscurité pendant 1 ou 2 jours.

La Jaunisse abaisse le rendement dans une proportion d'autant plus forte que l'infection a été plus précoce. En Grande-Bretagne, on estime que le rendement est diminué de 4 à 5 p. 100 par semaine depuis l'apparition des symptômes jusqu'à la mi-octobre soit en moyenne de 40 à 50 p. 100. D'après HULL (1946), chaque augmentation du pourcentage de plantes malades de 10 p. 100 correspond à une perte de 1700 kg de racines à l'ha ; la diminution du rendement est de 67 p. 100 lorsque les contaminations ont lieu à la fin du mois de juin et respectivement de 49 et 31 p. 100 lorsqu'elles se produisent à la fin de juillet ou à la fin du mois d'août (HULL, 1950).

En Hollande, HIJNER (1951) estime que le rendement est diminué de 45 p. 100 lorsque l'infection est de 100 p. 100 le 4 juin, de 28 p. 100 lorsque la contamination n'est générale que le 25 juin et de 23 p. 100 quand celle-ci n'a lieu que le 8 juillet. En Allemagne, la récolte peut être abaissée de 70 p. 100 et la teneur en sucre de 2 p. 100 (HELLING et STEUDEL, 1950).

LUDECKE et NEEBE (1955) ont infecté artificiellement des betteraves semées le 14 avril aux dates suivantes : 17 mai, 31 mai, 21 juin, 20 juillet et 30 août ; la durée de l'incubation a été respectivement de 13, 16, 23, 34 et 50 jours ; les rendements en racines à l'ha ont été de 249, 254, 347, 439, 475 quintaux/ha et de 457 quintaux pour le témoin non contaminé ; les betteraves avaient en moyenne 6 feuilles le 17 mai et 10 à 12 feuilles le 31 mai.

DESPREZ (1959) a réalisé un essai à Capelle (Nord) comportant un lot infecté artificiellement par des pucerons porteurs de virus et un lot témoin traité à 8 reprises avec du déméton méthyle : le rendement en sucre a été de 65 pour le lot infecté contre 100 pour le témoin.

Le rendement des porte-graines malades est diminué de 30 à 50 p. 100 d'après HULL (1949). Le rendement des porte-graines contaminés à 70 p. 100 a été abaissé de 35 p. 100 par rapport à celui de porte-graines sains (LIMASSET, MARTIN et ARNOUX Publications de l'I. T. B., 1953).

La Jaunisse augmente la proportion de petites graines et réduit le pourcentage de germination. Aux Etats-Unis, HILLS et *al* (1960) ont constaté que la proportion de petites graines était en moyenne de 20 p. 100 pour les plantes saines et de 26 p. 100 pour les sujets malades. Les pourcentages de germination des grosses graines étaient en moyenne de 78 p. 100 pour les plantes saines et de 68 p. 100 pour les graines récoltées sur des plantes malades.

L'estimation de la perte de récolte due à la Jaunisse est délicate ; ainsi que nous le verrons par la suite, l'influence directe des piqûres de pucerons sur de jeunes betteraves est importante et il semble que les pertes de rendement qui ont été estimées par diverses méthodes n'aient pas tenu compte de ce fait ; l'importance de la contamination est en étroite corrélation avec la densité de la population aphidienne et surtout avec la précocité de l'infestation aphidienne, d'une part, une croissance difficile des betteraves d'autre part (printemps sec et chaud).

Suivant les régions et les années, les pertes de rendement en betteraves-racines peuvent varier de 5 à 30 p. 100 ; par contre, la récolte en graines dans les centre de production du Nord et de l'Eure-et-Loir, estimée d'après la comparaison des rendements de producteurs utilisant différentes méthodes d'obtention de porte-graines, peut être abaissée de 10 à 80 p. 100.

Il a été isolé plusieurs souches de virus dont l'action pathogène diffère considérablement ; en outre, la virulence varie suivant l'espèce de puceron, pour une même espèce suivant les races de pucerons, et suivant l'espèce de plante-hôte sur laquelle le vecteur a absorbé le virus.

Diverses plantes maraîchères (Betterave potagère, Epinard, Bette) ou adventices appartenant aux familles des Chénopodiacees, Aizoacées, Amaranthacées, Caryophyllacées, Compositacées, Convolvulacées, Crucifères, Papavéracées, Plantaginacées, Polygonacées, Portulacées, Solanacées, sont susceptibles au virus de la Jaunisse (ROLAND 1939, SCHLOSSER 1952, SCHLOSSER et *al* 1955, WENZL et LONSKY 1953, ZIMMER 1956, BONNEMAISON 1958, RIETBERG 1959).

Les plantes adventices résistantes au froid ont un rôle particulièrement important ; il a été constaté en Hollande qu'à l'automne 1957, 30 à 40 p. 100 des *Stellaria media* (Mouron blanc) étaient infectées (RIETBERG 1959) ; cette plante, hébergeant pendant l'hiver un puceron vecteur (*Rhopalomyzus ascalonicus*) peut donc assurer une contamination précoce et massive des jeunes betteraves.



## II — BIOLOGIE DES VECTEURS — FLUCTUATIONS DES POPULATIONS

La Jaunisse peut être transmise par 11 espèces de pucerons dont la liste a été donnée dans un travail antérieur (1956) ; parmi ces 11 espèces, 4 seulement présentent une certaine importance économique : ce sont le Puceron vert du Pêcher (*Myzodes (Myzus) persicae*) SULZ., le Puceron noir de la Fève (*Aphis (Doralis) fabae*) SCOP., le Puceron de l'Echalote (*Rhopalomyzus (Myzus) ascalonicus* DONC.) et le Puceron des tulipes (*Myzotoxoptera tulipaella* THEOB.).

## A. PRINCIPAUX VECTEURS

*Puceron vert du Pêcher (Myzodes persicae SULZ.).*

Les œufs d'hiver du Puceron vert du Pêcher sont déposés à partir de la mi-octobre sur les bourgeons du Pêcher, de la Nectarine, de *Prunus davidiana*, de *Prunus serotina*, de *Prunus nana*, de *Prunus serrulata* et, semble-t-il dans certains cas, de *Prunus armeniaca* (Abricotier), (HILLE RIS LAMBERS 1951, GERSDORF 1955, BORNER et HEINZE 1957).

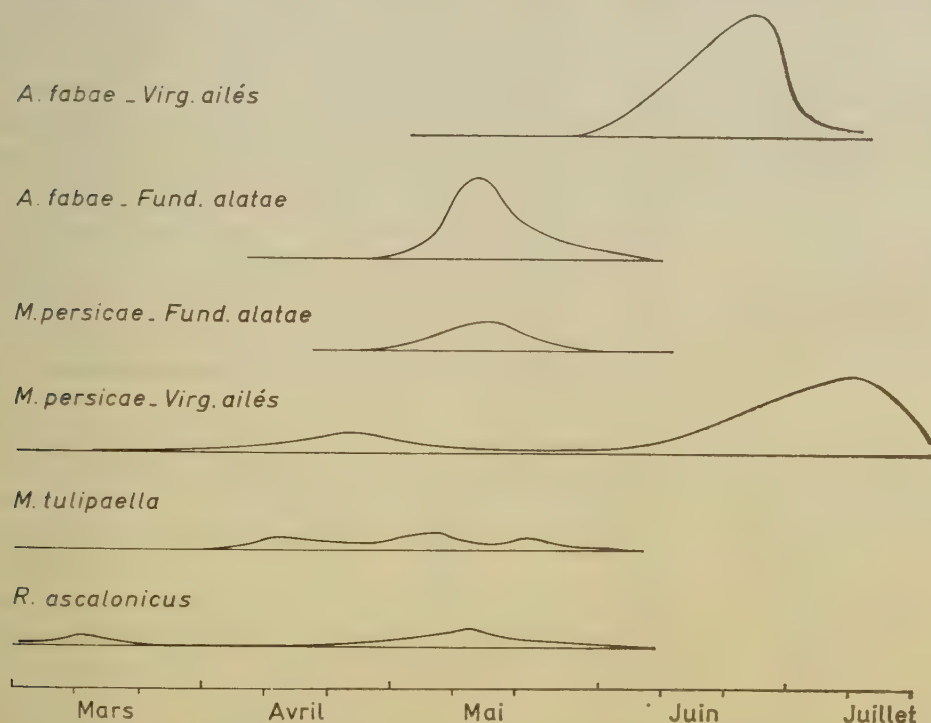


FIG. 1. — Périodes moyennes de vols printaniers des vecteurs de la Jaunisse dans la région parisienne.

L'hivernation peut également se faire sous la forme de virginipares aptères ou ailés sur l'Épinard, le Chou, le Colza, les porte-graines de betteraves, les betteraves racines non arrachées, les silos de betteraves ainsi que dans les serres ; les formes ailées apparaissent parfois dès le mois de janvier ou de février.

Les observations suivantes ont été faites principalement aux environs de Versailles, dans la Beauce et le département du Nord ; il sera également mentionné quelques relevés effectués par les observateurs de l'Institut Technique Français de la Betterave Industrielle (I. T. B.).

Dans la région parisienne, les œufs éclosent dans le courant du mois de mars et les fondatrices adultes sont observées entre le 1<sup>er</sup> et le 25 avril. Les *fundatrigeniae alatae*, ou émigrantes, apparaissent depuis les derniers jours d'avril jusqu'à la mi-mai, parfois la fin de juin suivant les conditions climatiques (BONNEMAISON, 1951) et vont se reproduire sur de nombreuses plantes-hôtes secondaires ou adventices ; le maximum des vols se situe généralement entre le 5 et le 15 mai.

Sur le *Colza*, le *Chou*, la densité de population des aptères est généralement élevée à la fin de l'automne ; par suite du froid et surtout des pluies ou de la forte humidité, cette population diminue graduellement pendant l'hiver. Les *M. persicae* ont été particulièrement nombreux à l'automne 1957 ; la figure n° 2 indique le nombre moyen de pucerons dénombrés sur 100 feuilles de *Colza* dans le Nord et le Pas-de-Calais, ainsi qu'à Versailles. Il est à noter que la population, qui était très élevée à Versailles en décembre, a fortement diminué en janvier bien que la température ait été assez douce durant ce mois ; par contre, les précipitations ont été très fortes (48,8 m durant la première décade de janvier) ; elles sont la cause de cette brusque diminution.

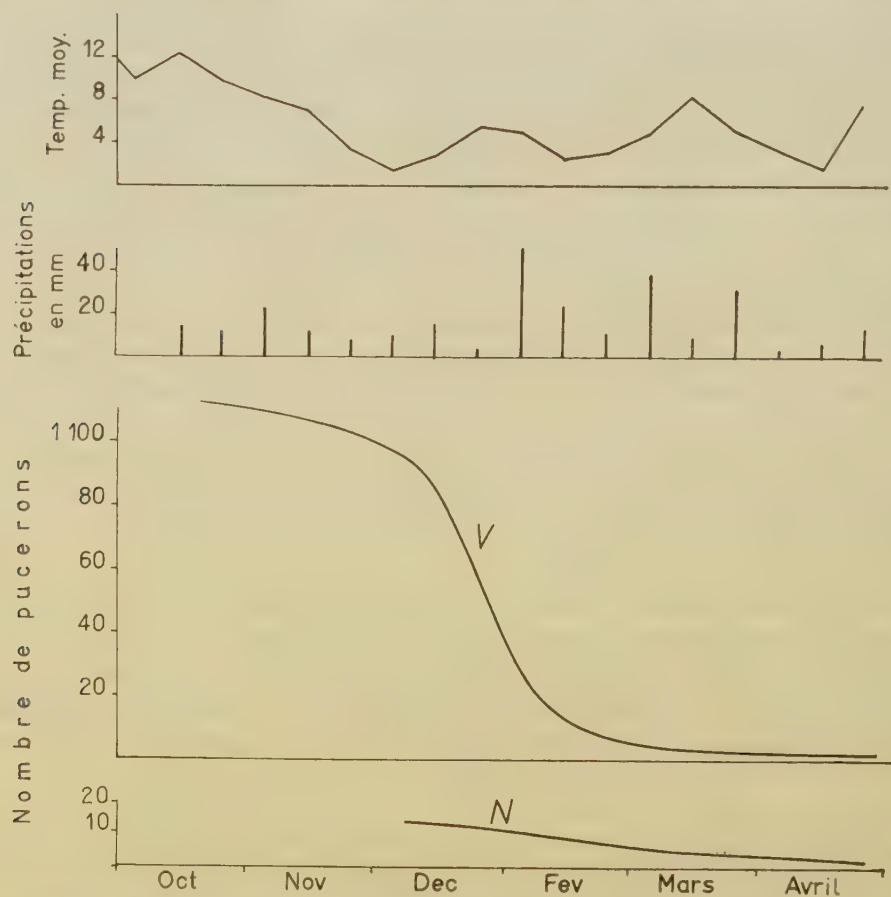


FIG. 2. — Température moyenne et pluviométrie par décades à Versailles. Densité de population de *M. persicae* sur 100 feuilles de *Colza* d'Hiver à Versailles (V), dans le Nord et le Pas-de-Calais (N) 1957-1958.



Des notations ont été faites par l'I. T. B. sur d'importantes cultures d'épinards dans la région de Gonesse (15 kms Nord-Est de Paris).

En 1957, il a été observé de nombreux aptères depuis le mois de janvier jusqu'à la mi-avril, date à laquelle la récolte des épinards a été terminée ; des ailés ont été notés à partir du 6 avril. Le 17 avril, il y avait en moyenne 1 ailé pour 150 feuilles d'épinards. Aux environs de Quesnoy-sur-Deule (Nord), les premiers ailés ont été notés entre le 10 et le 20 mai.

*M. persicae* se nourrit également des tissus de nombreuses plantes adventices dont certaines (*Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Plantago major*, *Senecio vulgaris*) sont susceptibles au virus et résistantes au froid ; ces plantes permettent donc la conservation du virus pendant l'hiver et la dissémination précoce du virus par les pucerons ailés.

Sur les porte-graines de betteraves en culture directe, des *Myzodes* aptères ont été observés le 20 mars 1957 dans la Beauce ; ils étaient assez nombreux à la fin du mois de mai ; des ailés dont la croissance larvaire s'est effectuée sur les porte-graines ont été observés dès le 15 mai 1947.

En 1958, il a été examiné par les observateurs de l'I. T. B. environ 750 silos sur une zone de 58 870 ha comprise dans le périmètre Chaulnes, Moreuil, Montdidier, Nesle, Lassigny (Somme) ; le 10 mai, 573 silos étaient encore en cours d'utilisation ; 25 p. 100 de ces silos étaient fortement contaminés par les *Myzodes* et, dans une proportion beaucoup plus faible, par *M. tulipaella*.

Les ailés de *Myzodes* ont été notés à partir du 30 avril ; ils sont devenus rapidement très nombreux en mai et juin, la densité de population dépassant 1 ailé par feuille sur les repousses. En 1960, des ailés ont été trouvés dès le 12 avril dans des silos de la Somme.

La proportion élevée de silos renfermant des *Myzodes* ne prouve pas que les *Myzodes* se développent plus fréquemment pendant l'hiver sur les betteraves ensilées que *M. tulipaella*. Il arrive assez souvent que des *M. persicae* qui ont hiverné sur des plantes variées se portent dès la fin de l'hiver sur des silos en cours d'utilisation et se multiplient rapidement sur les feuilles des betteraves.

#### *Observations sur les betteraves-racines et les porte-graines.*

Dans la région parisienne, les *Myzodes* ailés préfèrent la Pomme de terre à la Betterave ; la densité de population devient rapidement très importante sur la Pomme de terre en juin et surtout au début de juillet alors qu'elle reste généralement faible sur la Betterave.

Les premiers ailés émigrants ont été observés sur les betteraves-racines ou les porte-graines le 8 mai 1947, le 8 mai 1953, le 10 mai 1954, le 30 avril 1957, le 6 mai 1958, le 12 mai 1960 ; on peut donc dire, qu'en règle générale, l'arrivée des ailés se produit dans la première décade de mai.

La densité de population présente des fluctuations considérables suivant les années, les régions et les cultures avoisinantes. La fig. 3 indique les *Myzodes* » (aptères, ailés larves) dénombrés à Versailles sur 100 betteraves ou porte-graines en 1947, 1949, 1951, 1957 et 1960 ; la densité de population a toujours été très faible mais les relevés réalisés sensiblement dans les mêmes régions depuis plus de 10 ans accusent une augmentation progressive de la population moyenne de *M. persicae*, notamment depuis 1957.

Les *Myzodes* sont beaucoup plus nombreux à Gonesse par suite du voisinage de cultures d'épinards d'hiver et de pêchers non entretenus (fig. 4) ; il a été relevé des densités maximales, pour 100 betteraves, de 1 650 pucerons en 1957, de 700 en 1958 et de 2 350 en 1959.

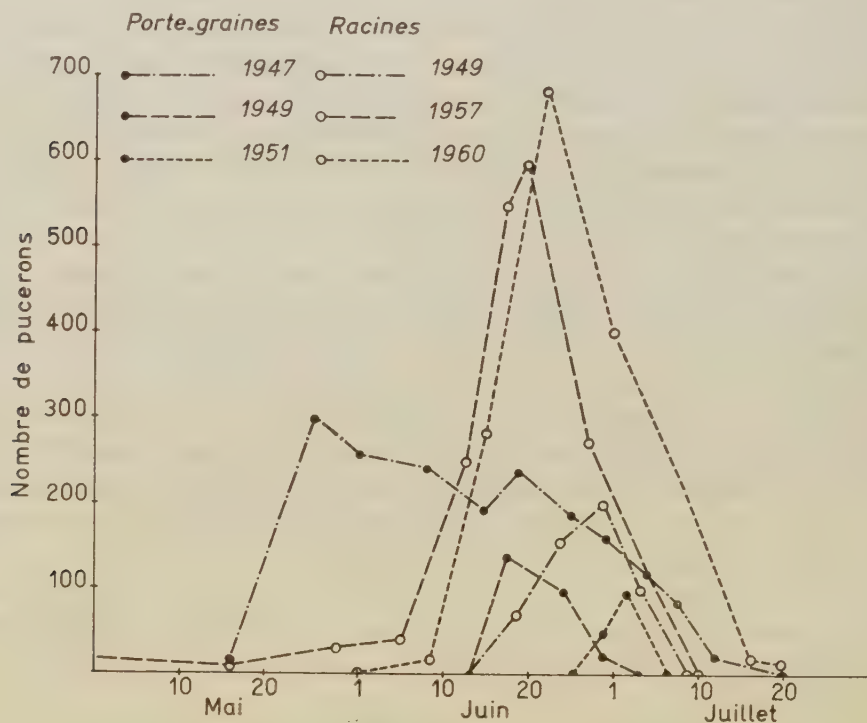


FIG 3. — Nombre de *M. persicae* sur 100 betteraves ou porte-graines à Versailles en 1947, 1949, 1951, 1957 et 1960

Les populations maximales de *M. persicae* ont lieu, dans la région parisienne, entre le 8 et 25 juin pour les betteraves-racines ; sur les porte-graines, la population est assez importante dès la fin du mois de mai et diminue graduellement par la suite.

Dans le nord de la France, les ailés sont notés sur les betteraves 8 à 10 jours plus tard que dans la région parisienne.

En Rhénanie, les pucerons sont observés sur la Betterave à partir de la dernière décade de mai ; les populations maximales sont beaucoup plus élevées qu'en France ; pour les années 1949 à 1952 elles ont varié de 304 à 7 980 pour 100 feuilles, les maximums se situant entre le 25 juin et le 17 juillet (STEUDEL, 1954).

Une question importante est celle qui a trait à l'apparition des pucerons ailés sur les plantes susceptibles à la Jaunisse : Épinards d'hiver, plantes adventices, silos, porte-graines de betteraves, betteraves-racines. Les ailés sont observés dès le début d'avril sur l'Épinard et les plantes adventices, durant la troisième décade d'avril dans les silos, à la mi-mars sur les porte-graines.

Sur les betteraves-racines, les ailés sont assez rares par suite de la faible densité de population qui ne permet pas la manifestation de l'effet de groupe (BONNEMAISON, 1951). Par contre, les ailés apparaissent en très grand nombre dans les cultures de pommes de terre précoces (Bintje) à partir de la mi-juin ; les vols sont particulièrement importants entre le 1<sup>er</sup> et le 25 juillet, le maximum se situant généralement

aux environs du 20 juillet. Le feuillage des pommes de terre étant en cours de dessèchement, les ailés vont sur les betteraves et assurent ainsi la dissémination secondaire du virus.

Les *Myzodes* sont plus denses sur les betteraves atteintes de Jaunisse que sur les plantes saines ; il y a 3 à 5 fois moins de pucerons sur les feuilles vertes que sur les feuilles malades ; en outre, la fécondité et la longévité des pucerons sont plus élevées (HIJNER et CORDON 1953, BAKER 1960).

Par suite de l'activité des prédateurs et des parasites, les *Myzodes* sont très rares sur les betteraves depuis le début de juillet où les derniers jours de juillet jusqu'à la fin du mois d'août ; la plupart de leurs ennemis entrant en diapause ou dans une phase d'inactivité à partir de la première décade de septembre, les pucerons se multiplient à nouveau et il apparaît, depuis le début de septembre jusqu'à la mi-novembre, des sexupares ailés qui retournent sur les plantes-hôtes primaires, et des virginipares ailés qui disséminent le virus sur les betteraves-racines ou les cultures de plançons.

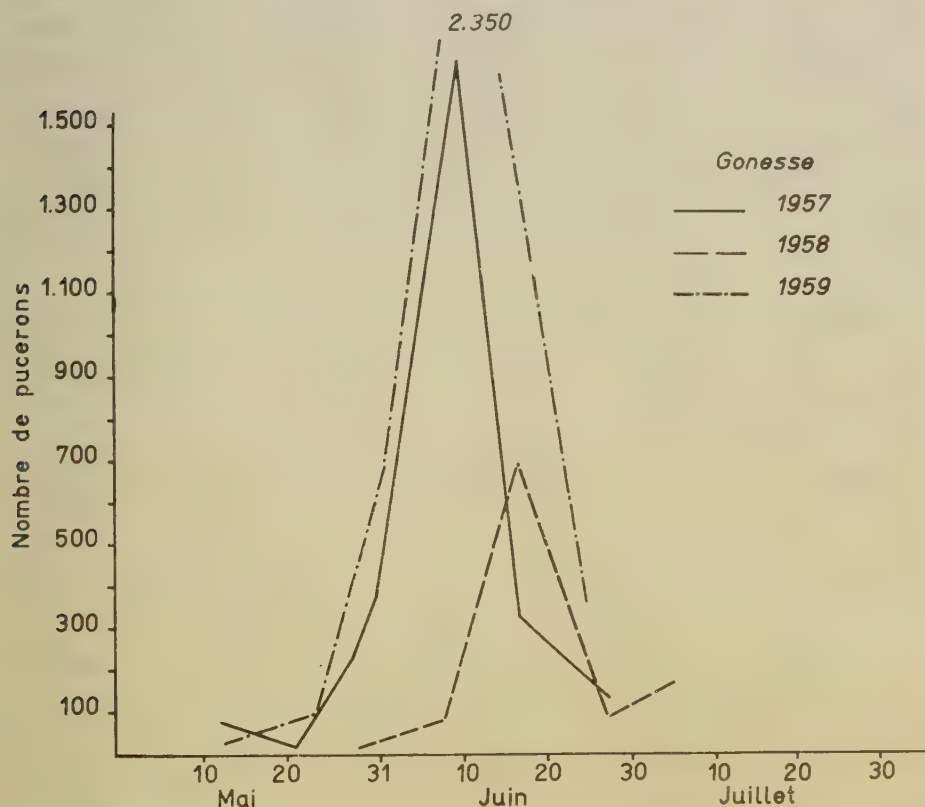


FIG. 4. — Nombre de *M. persicae* sur 100 betteraves à Gonesse (S. & O.) en 1957, 1958 et 1959 (d'après les relevés effectués par M. CHRISTMANN, Ingénieur à l'I. T. B.).

#### *Puceron noir de la fève (Aphis fabae SCOP).*

*A. fabae* est exclusivement holocyclique. Les œufs d'hiver sont déposés sur le Fusain d'Europe (*Evonymus europaeus*), *Viburnum opulus*, beaucoup plus rarement sur *Philadelphus coronarius*.



L'éclosion des œufs d'hiver débute généralement à la mi-mars (à la fin février en 1958) et la migration des *fundatrigeniae alatae* commence dans la troisième décade du mois d'avril ; sur le Fusain, l'arrière-descendance des fondatrices comprend exclusivement des formes ailées et les colonies ont pratiquement disparu à la fin mai ou dans les premiers jours de juin. Sur *Viburnum opulus* var. *sterile*, il y a fréquemment une importante production de formes ailées entre le début d'avril et le 15 mai et un second maximum à la fin de juin et au début de juillet (MULLER et UNGER 1951, STEUDEL 1954).

Les émigrants vont de préférence sur les porte-graines de Betterave, les fèves, les féveroles et haricots, puis sur les betteraves-racines, les Chénopodiacées adventices, la Capselle-bourse-à-pasteur, etc...

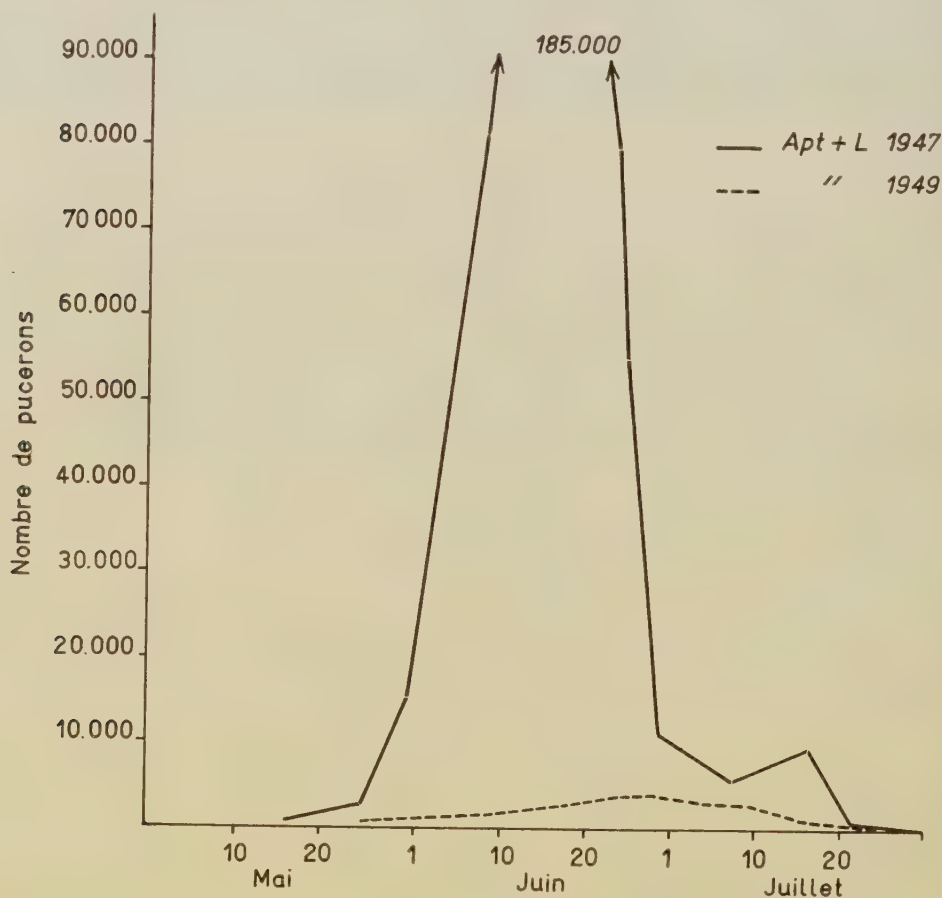


FIG. 5. — Nombre d'*A. fabae* aptères et ailés sur 100 porte-graines à Versailles, en 1947 et 1949.

Sur les *porte-graines*, le nombre des ailés émigrants augmente rapidement entre les premiers jours de mai et la fin de ce mois (fig. 5) ; ces ailés engendrent des aptères qui envahissent les hampes florales. Si le mois de mai est chaud et sec, la densité de population augmente très rapidement (1957, 1959) ; elle reste faible par temps froid et pluvieux (1949, 1958).

Sur les *betteraves-racines*, les ailés sont observés en moyenne à partir du 5 mai (1<sup>er</sup> mai en 1958) ; la pullulation des pucerons varie considérablement suivant les années (fig. 6), la multiplication débute généralement dans la première décade de

juin et le maximum de pullulation se produit le plus souvent entre le 15 et le 30 juin. Les populations diminuent très rapidement à partir des premiers jours de juillet par suite de l'action des prédateurs et des parasites. En 1947, pour 100 pieds infestés le 26 juin, il était relevé 91 pieds infectés le 11 juin, 92 le 19 juin, 29 le 8 juillet, 31 le 16 juillet, 11 le 24 juillet, 4 le 31 juillet, 2 le 6 août, 0 le 13 août.

Comme *M. persicae*, le puceron noir est beaucoup plus fréquent sur les feuilles atteintes de Jaunisse que sur les feuilles saines (HIJNER 1951, STEUDEL 1954).

Par suite de l'effet de groupe, les virginipares ailés apparaissent rapidement et d'autant plus tôt que l'accroissement de la population est plus précoce ; ils sont donc observés en premier lieu sur les porte-graines ; suivant les conditions climatiques printanières ils ont été notés sur ces plantes à partir du 25 mai au 12 juin. Les maximums de vols ont généralement lieu aux environs du 20-25 juin (1947, 1951, 1953), parfois du 30 juin (1949) (voir fig. 8, BONNEMAISON, 1956) ; sur les betteraves-racines, les ailés apparaissent généralement 4 à 7 jours plus tard que sur les porte-graines.

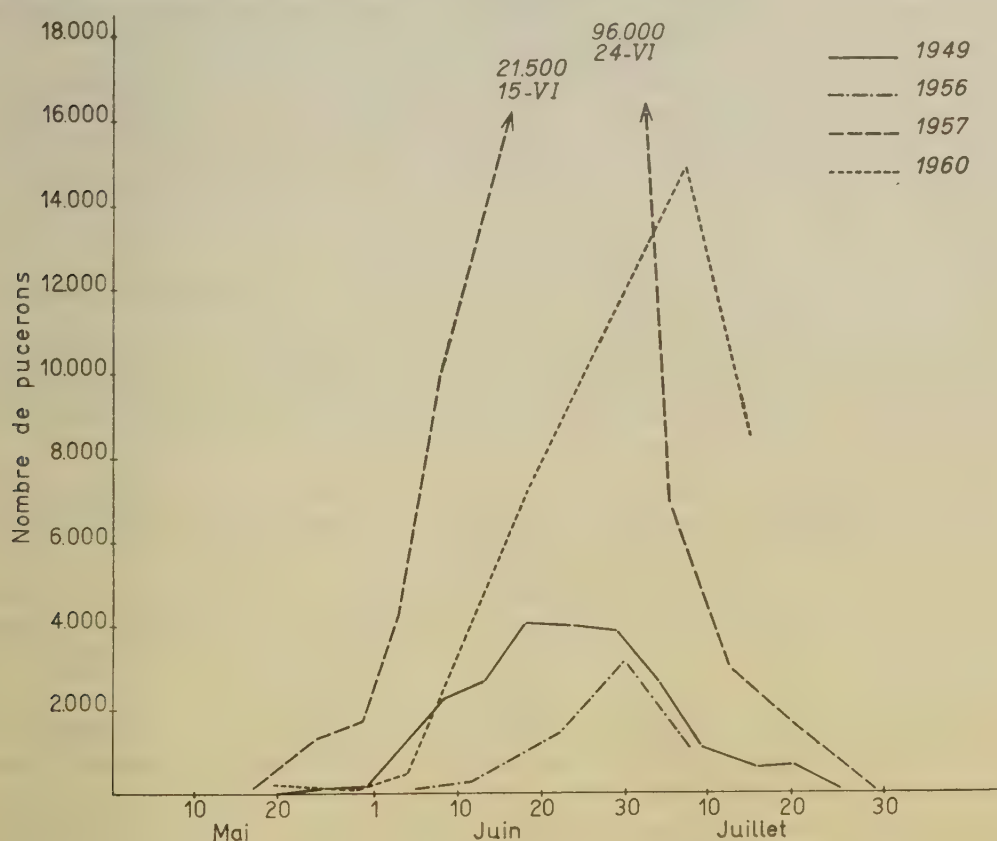


FIG. 6. — Nombre d'*A. fabae* aptères et ailés sur 100 betteraves-racines à Versailles 1949, 1956, 1957.

#### *Puceron de l'Echalote (Rhopalomyzus (Myzus) ascalonicus* DONC.

Le rôle de cette espèce en tant que vecteur est probablement sous-estimé. On ne connaît que la forme anholocyclique ; l'hivernation a lieu sur les plantes cultivées en serre, sur les bulbes de diverses Liliacées conservées en cave, dans les silos de choux-navets en Grande-Bretagne (BROADBENT et al 1949) et les silos de Betteraves. Il hiverne également sur le collet de plantes variées, notamment des Caryophyllacées

(F. P. MULLER 1955) et des Fraisiers (de FLUITER et KRONENBERG 1952). En Belgique, SEMAL (1957) a constaté que des individus aptères à différents stades se trouvant sur *Stellaria media* ont survécu au rigoureux hiver de 1956 (temp. min. — 17°) ; les formes ailées ont été observées à partir du 24 avril et ont été nombreuses par la suite sur *Stellaria media* et *Capsella bursa-pastoris*.

Cette espèce est très polyphage et se développe sur de nombreuses plantes adventices ou ornementales : *Chenopodium*, *Polygonum*, *Dianthus*, *Lychnis flos.-cuculi*, *Cerastium*, *Stellaria*, *Aquilegia*, *Viola arvensis*, *V. tricolor*, *Iris*, *Fragaria*, *Rosa*, *Geranium*, *Erodium*, *Myosotis palustris*, *Arabis*, *Aubrietia*, *Centranthus*, *Campanula*, *Chrysanthemum*, *Lactuca*, *Crepis*, *Taraxacum*, *Poa annua*, *Tulipa*, ainsi que sur des plantes cultivées : Pomme de terre, divers *Allium*, jeunes plantes de Maïs, Avoine, Blé (BORNER et HEINZE 1957).

Cette espèce se multiplie rapidement sur les bulbes conservés en cave entre la fin janvier et la mi-avril ; les formes ailées apparaissent dès la mi-février et sont souvent très nombreuses au début de mars ; elles se dispersent sur les plantes végétant en plein air à cette date et assurent ainsi une contamination précoce.

Les ailés sont relativement rares durant l'été et apparaissent à nouveau en automne.

*R. ascalonicus* est un vecteur un peu moins efficient que *M. persicae* de la Jaunisse (DONCASTER et KASSANIS 1946, SEMAL 1957), de la Mosaïque de la Betterave et de la Mosaïque du Concombre (*Cucumis Virus*) qui se développe également sur la Betterave (SEMAL 1957).

#### *Puceron des Tulipes (Myzotoxoptera (Rhopalosiphoninus) tulipaella* THEOB.).

Cette espèce (fig. 7 et 8), se développe pendant l'hiver sur les bulbes de tulipes conservés en cave et se multiplie rapidement sur le feuillage des tulipes cultivées en serre, ainsi que sur les violettes forcées sous châssis (THEOBALD 1926, DAVIDSON 1927). Les ailés sont communs dès le mois de janvier.

Elle vit également pendant la période hivernale sur les feuilles étiolées des betteraves conservées dans les caves ou les silos et 4 à 5 générations peuvent se succéder durant la période d'ensilage.

Durant l'été, ce puceron a été trouvé sur *Lamium album* (MULLER 1955), ainsi que sur les parties souterraines du Lierre terrestre (*Glechoma hederaceum* L.) et du Gaillet commun (*Gallium mollugo* L.) (HILLE RIS LAMBERS 1953). Les formes sexuées sont très rares.

D'après STEUDEL (1958), les pourcentages de transmission de la Jaunisse sont deux fois plus faibles avec *M. tulipaella* qu'avec *M. persicae* et la première espèce est un vecteur très peu actif de la Mosaïque.

Cet Aphide est assez commun dans les silos de betteraves d'Angleterre, de Hollande, de Belgique et d'Allemagne. Je l'ai trouvé dans les silos de divers centres français de production betteravière. Les ailés apparaissent dès le début de mars et leur nombre augmente rapidement durant les mois d'avril et de mai ; le maximum de vols a généralement lieu dans la seconde quinzaine de mai ; au début de mai 1960, les formes ailées pullulaient dans des silos protégés situés à Montreuil-sur-Mer (P. de C.) et près de Douai.

Le développement larvaire de ces ailés s'étant effectué sur des feuilles de betteraves qui sont presque toutes atteintes de Jaunisse, ces pucerons assurent une contamination précoce des semis hâtifs de betteraves ; leur importance diminue graduelle-



ment et d'autant plus vite que les silos sont utilisés plus rapidement. Ils ne se reproduisent pas sur les betteraves cultivées et ils assurent donc essentiellement une con-



FIG. 7. — *Myzotoxoptera tulipaella* THEOB., *Virginipare* ailé



FIG. 8. — *Myzotoxoptera tulipaella* THEOB., *Virginipare* aptère

tamination primaire des betteraves qui se termine à la fin avril ou au début de juin suivant le mode d'exploitation des silos ; du fait de la précocité de la contamination, leur importance économique peut être considérable.

## B. — IMPORTANCE RELATIVE DES DIVERS VECTEURS

*M. persicae* transmet plus facilement la Jaunisse qu'*A. fabae* (WATSON 1946, HARTSUIJKER 1951, BJORLING 1952, BERCKS et al 1957). et les plantes infectées par la première espèce présentent des symptômes beaucoup plus accusés que celles qui ont été contaminées par la seconde ; d'après WATSON et RUSSEL (1954), il y a équivalence de symptômes lorsque l'infestation est faite par 3 *M. persicae* ou 20 *A. fabae*. STEUDEL (1954) a effectué des essais de contamination en serre avec les deux espèces ; les symptômes de la Jaunisse apparaissent entre le 10<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> jour après la contamination pour *M. persicae*, entre le 10<sup>e</sup> et le 50<sup>e</sup> jour pour *A. fabae*.

STEUDEL et THIELEMANN (1959) ont contaminé des betteraves cultivées en plein air avec des *M. persicae*, des *A. fabae* et des *M. tulipaella* placés au préalable sur des pieds de betteraves infectés avec ces mêmes espèces en utilisant 6 des 9 combinaisons qu'il était possible de réaliser ; ils ont constaté que, quelle que soit la souche d'origine, l'abaissement de rendement était plus important quand l'infection était assurée par *M. persicae* que par les deux autres espèces.

L'expérience ci-dessous a été faite dans une serre en vue de déterminer la durée de la période d'incubation de la Jaunisse avec la souche existant dans les cultures de la Station ; les infections ont été réalisées avec *M. persicae* et *A. fabae* en 4 séries successives. Des aptères de *M. persicae* et d'*A. fabae* ont été élevés pendant 24 h. sur une Betterave malade puis placés pendant 24 h sur les plantes à inoculer ; l'expérience a été faite le 13 juin et comprenait 3 lots : témoin ; A : contamination de chaque Betterave avec 5 aptères de *M. persicae* ; B : contamination de chaque Betterave avec 5 aptères d'*A. fabae* ; chaque lot comprenait 20 betteraves. Les symptômes ont été observés dans les délais suivants :

Lot	Vecteur	Jours après l'infection			
—	—	15	25	35	43
A .....	<i>M. persicae</i>	10/20	17	20	
B .....	<i>A. fabae</i>	4/20	8	12	20

Des aptères des deux espèces ont été placés le 17 juillet sur une plante du lot A et une plante du lot B puis transférés sur de jeunes betteraves ; les symptômes ont été notés dans les délais ci-dessous :

Lot	Souche utilisée	Vecteur	Jours après l'infection	
—	—	—	—	—
C .....	A	<i>M. persicae</i>	14 j	25 j
D .....	B	—	5/20	20
E .....	A	<i>A. fabae</i>	4/20	16
F .....	B	—	1/20	7
			2/20	12

La 3<sup>e</sup> série d'infections a été faite le 25 août sur la Betterave et *Chenopodium capitatum*.

Lot	Plante	Souche utilisée	Vecteur	Jours après l'infection			
—	—	—	—	—	—	—	—
G .....	Betterave	C	<i>M. persicae</i>	12	14	22	33 j
H .....	d°	F	<i>A. fabae</i>		4/20	11	20
I .....	<i>C. capitatum</i>	C	<i>M. persicae</i>		2/20	5	12
J .....	d°	F	<i>A. fabae</i>	20/20			
				20/20			

La 4<sup>e</sup> série d'infections a été réalisée le 4 novembre sur des *C. capitatum* éclairés pendant une partie de la nuit avec des lampes fluorescentes ; un lot a été contaminé avec des *M. persicae* infectés avec la souche 1 et un autre lot avec des *A. fabae* infectés avec la souche J ; le 15<sup>e</sup> jour après l'infection, toutes les plantes des deux lots présentaient les symptômes de la Jaunisse.

La durée de l'incubation est donc plus grande avec *A. fabae* qu'avec *M. persicae* ; 3 transmissions successives par *A. fabae* ne diminuent pas la virulence de la souche de Jaunisse existant à Versailles.

L'expérience suivante a été faite en vue de comparer le pouvoir infectieux des virginipares aptères ou ailés de *M. persicae* ou d'*A. fabae* ainsi que l'efficacité du parathion et du déméton éthyle.

L'expérience comprenait 7 lots avec 3 répétitions ; le semis a été fait le 13 avril 1955 à un écartement de 0,45 m entre les lignes ; le mois d'avril ayant été très sec, la levée a été irrégulière ; le 21 mai, des plantules n'avaient que les feuilles cotylédonaire alors que d'autres présentaient 4 feuilles.

Des *A. fabae* et des *M. persicae* ont été élevés en serre sur des betteraves infectées avec la même souche de Jaunisse ; 45 betteraves des lot B, C, D, et E ont été infectées entre le 20 et le 23 juin avec 5 aptères ou 5 ailés d'*A. fabae* ou de *M. persicae* maintenus sur les feuilles dans des cagettes en matière plastique et laissés en place pendant 24 h ; les lots ainsi infectés ont été traités 3 jours après l'infection avec du parathion en émulsion à 160 g MA/ha. Les lots F et G ont reçu une pulvérisation de parathion éthyle en émulsion à 160 g MA/ha ou de déméton éthyle à 400 g MA/ha, le 1<sup>er</sup> juin, le 21 juin et le 29 juillet. Les betteraves ont été arrachées à la fin octobre et pesées.

Le tableau ci-dessous indique le nombre de colonies (col.) de pucerons adultes aptères ou ailés (P) d'*A. fabae*, observés le 28 Juillet sur 100 pieds de betteraves, le pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse à la date du 13 août et le rendement.

TABLEAU I

*Influence des vecteurs et des traitements aphicides sur le rendement en racines.*

Lots	A. f.		% de Jaunisse	Rendt
	col.	P		
A. — Témoin .....	26	8	42	100
B. — Infection <i>M. persicae</i> ailés .....	7	21	54	103
C. — Infection <i>M. persicae</i> aptères .....	9	4	59	107
D. — Infection <i>A. fabae</i> ailés .....	2	—	43	113
E. — Infection <i>A. fabae</i> aptères .....	5	4	39	112
F. — Traitements 1/6, 21/6, 29/7 parathion	5	12	40	116
G. — Traitements 1/6, 21/6, 29/7 déméton	6	2	38	126

Les *M. persicae* ont été très rares (maximum : 20 pucerons pour 100 betteraves). Ces résultats montrent que les *M. persicae* ont, par l'action directe de leurs piqûres et en tant que vecteurs de la Jaunisse un effet déprimant sur le rendement plus marqué que les *A. fabae*. Il n'y a pas de différences significatives entre les aptères ou les ailés tant pour *M. persicae* que pour *A. fabae*.

Le déméton éthyle a été plus efficace que le parathion : les différences, peu accusées pour le pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse, sont très marquées en ce



qui concerne le rendement ce qui corrobore les observations faites à plusieurs reprises : le démeton semble avoir une action excitatrice sur la croissance des betteraves indépendamment de tout effet aphicide.

*M. persicae* est un vecteur beaucoup plus dangereux que *A. fabae* en Angleterre (WATSON *et al.*, 1951), en Suède (BJORLING, 1949), en Allemagne (STEUDEL, 1954) et dans une partie de la Hollande (HARTSUIJKER, 1952). Au contraire, en Belgique (ERNOULD, 1951), en Autriche (WENZL, 1954) et en Tchécoslovaquie (DRACHOVSKA-SIMANOVA 1952), on estime qu'*A. fabae* est l'agent principal de la dissémination du virus.

Les ailés et les aptères de *M. persicae* sont beaucoup plus actifs que les ailés et les aptères d'*A. fabae* ; ils assurent en conséquence une dissémination beaucoup plus grande du virus que les seconds.

L'importance relative de ces deux vecteurs diffère énormément suivant les conditions régionales ; pour *M. persicae* elle est liée à la plus ou moins grande densité des plantes-hôtes primaires ou des plantes-hôtes secondaires permettant l'hivernation ou la multiplication printanière des virginipares, à la présence de silos ; pour *A. fabae* elle dépend étroitement de la densité des plantes-hôtes primaires, du voisinage des porte-graines de betteraves ou des cultures de féveroles, de haricots, etc...

Les *M. persicae* ailés dont le développement larvaire s'est effectué sur des végétaux infectés assurent une transmission précoce de la Jaunisse et nous avons vu précédemment que les betteraves sont d'autant plus sensibles qu'elles sont plus jeunes. Les émigrants d'*A. fabae* ne s'infectent qu'à la fin de leur vol ; ils sont donc incapables d'assurer une dissémination étendue et précoce du virus. Par contre, lors de la deuxième période de vol (ailés dont la croissance s'est faite sur les porte-graines de betteraves ou les betteraves-racines), ils occasionnent, du fait de leur très grand nombre, une importante mais assez tardive contamination des cultures.

Nos connaissances sont des plus réduites en ce qui concerne le rôle des deux autres vecteurs : *M. tulipae* et surtout *R. ascalonicus*. Il semble cependant qu'ils aient un rôle considérable par suite de l'apparition précoce des formes ailées et de la nature de leurs plantes-hôtes dont certaines (*Stellaria media*, *Plantago major*, *Senecio vulgaris* et probablement beaucoup d'autres), permettent la conservation du virus d'une année à l'autre. On conçoit donc aisément que la Jaunisse puisse exister à l'état endémique, dans les régions de cultures betteravières en l'absence de cultures de porte-graines d'épinards ou de la présence de silos. La plupart de ces plantes servant, au moins temporairement, de nourriture aux espèces remarquablement polyphages que sont *M. persicae* et *A. fabae*, le virus pourra être rapidement disséminé sur toute l'étendue des champs de betteraves.

Les pucerons ailés étant capables d'effectuer des déplacements très importants, notamment sous l'influence des vents dominants (JOHNSON *et al.* 1957), le virus peut donc être transporté à de grandes distances.

La dissémination des pucerons se fera de façon très variable suivant la direction et la vitesse des vents ; elle différera considérablement suivant que les vents souffleront au moment où l'apparition des formes ailées est importante ou non ainsi qu'avec la température, les envols de pucerons ne se produisant qu'à une température supérieure à 12°8 pour *M. persicae* et à 15°5 pour *A. fabae*. Dans la moitié nord de la France, les vents d'Ouest et du Nord sont dominants au printemps (BONNEMAISON 1958).

Les *Beta maritima* qui sont communes sur les côtes de la Manche et de l'Atlantique et qui sont généralement infectées par la Jaunisse peuvent également constituer des foyers de contamination précoces.

Divers auteurs (WATSON et *al*, 1946, LUDECKE et NEEB, 1955) ont signalé que le rendement était d'autant plus fortement abaissé que les plantes étaient plus jeunes au moment de l'infection.

Il ne fait pas de doute que la sensibilité des betteraves à la Jaunisse diminue graduellement avec l'âge. Il semble cependant que l'on n'ait pas suffisamment tenu compte de l'action directe des piqûres des pucerons sur les jeunes plantes.

L'expérience suivante, réalisée en 1956, avait pour but de déterminer comparativement l'action dépressive sur le rendement de 4 facteurs :

- des *A. fabae* et des *M. persicae* non infectieux ;
- de la Jaunisse transmise par *A. fabae* ou *M. persicae* ;
- du stade végétatif de la plante au moment de l'infection
- du temps écoulé entre l'infection et la pesée des plantes.

Les semis de betteraves ont été faits de façon échelonnée dans des pots placés en serre. Il a été constitué 4 séries : A, B, C, D, comprenant chacune 140 Betteraves réparties en 7 lots de 20 betteraves sur lesquelles il a été déposé des pucerons aptères adultes dans les conditions suivantes :

- 1 lot témoin,
- 1 lot avec 1 *A. fabae* non infectieux par Betterave,
- 1 lot avec 1 *M. persicae*, id
- 1 lot avec 3 *A. fabae*, id
- 1 lot avec 3 *M. persicae*, id
- 1 lot avec 3 *A. fabae* provenant d'un élevage sur une Betterave atteinte de Jaunisse.
- 1 lot avec 3 *M. persicae* provenant d'un élevage sur une Betterave infectée avec la même souche de Jaunisse que le lot précédent.

Les expériences ont été faites le 16 juillet pour le lot A, le 23 juillet pour le lot B, le 30 juillet pour le lot C et le 16 août pour le lot D. Tous les lots ont été traités avec du parathion en pulvérisation une semaine après l'infection ; toutes les Betteraves infectées avec des *A. fabae* ou des *M. persicae* infectieux ont manifesté les symptômes de la Jaunisse.

TABLEAU 2

Action comparée de *M. persicae* et d'*A. fabae*, infectieux ou non, sur le rendement (témoin = 100).

Séries et date d'infection	Nombre moyen de feuilles	Aphides non infectieux				Aphides infectieux	
		1 A.f.	1 M.p.	3 A.f.	3 M.p.	3 A.f.	3 M.p.
A. 16 Juillet .....	8,5	88	84	87	82	86	73
B. 23 Juillet .....	7	86	75	85	73	82	68
C. 30 Juillet .....	5,5	81	80	81	79	79	62
D. 6 Août .....	5	82	76	80	73	76	71
Moyenne .....		84,2	78,7	83,2	76,7	80,7	68

Les betteraves ont été arrachées le 14 septembre et pesées une à une ; le tableau ci-dessus indique le rendement de chaque lot rapporté à 100 pour le témoin ; la seconde colonne mentionne le nombre moyen de feuilles des plantes de chaque lot au moment de l'infection.

L'examen de ce tableau permet de faire les remarques suivantes :

1° En ce qui concerne les Aphides non infectieux, les piqûres de *M. persicae* diminuent plus fortement le rendement que celles d'*A. fabae*.

2° Pour les plantes ayant en moyenne 5 à 9 feuilles, les piqûres effectuées par 3 *M. persicae* ou 3 *A. fabae* pendant une semaine diminuent faiblement le rendement par rapport à celles effectuées par 1 *M. persicae* ou 1 *A. fabae*.

3° La Jaunisse diminue beaucoup plus fortement le rendement lorsqu'elle est transmise par *M. persicae* que lorsque l'infection est assurée par *A. fabae*.

4° Les plantes sont d'autant plus sensibles à l'action des piqûres des pucerons, infectieux ou non, qu'elles sont plus jeunes.

### III. — PROTECTION DES BETTERAVES-RACINES

Diverses méthodes de lutte peuvent être envisagées ; les unes visent à réduire au maximum les possibilités d'hivernation du virus, d'autres à utiliser des variétés résistantes au virus, d'autres enfin à diminuer les chances de contamination des plantes par les vecteurs.

#### A. — RÉDUCTION DES POSSIBILITÉS D'HIVERNATION DU VIRUS

Le virus peut hiverner dans des plantes cultivées dont la végétation se poursuit pendant la mauvaise saison (Épinards, bettes, betteraves potagères, plançons en culture directe), dans les plantes adventices résistantes au froid, dans les silos de betteraves fourragères et de plançons.

*Épinards, bettes, betteraves potagères, plançons en culture directe.*

Les betteraves potagères, les bettes et les épinards d'hiver sont fréquemment cultivés dans les jardins ; aux environs des grandes villes, les épinards occupent parfois des surfaces importantes.

Ces diverses plantes sont fréquemment contaminées par la Jaunisse et les betteraves-racines situées dans leur voisinage sont précocement et fortement infestées. On veillera, dans la mesure du possible, à ne pas cultiver les betteraves à moins de 200 m de ces cultures, et davantage lorsque les plantes légumières sont dans la direction des vents dominants par rapport aux betteraves.

Les plançons en culture directe sont également d'importantes sources de contamination (voir chap. IV p. 184).

*Plantes adventices.*

Nous avons vu que diverses plantes adventices, notamment *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Senecio vulgaris*, *Plantago major*, sont susceptibles au virus de la Jaunisse ; ces plantes, annuelles ou bisannuelles suivant les températures minimales de l'hiver, ou encore pérennes, permettent la multiplication



des formes anholocycliques des pucerons vecteurs (*M. persicae*, *R. ascalonicus*), ou tout au moins sont piquées par ces pucerons.

Les formes ailées apparaissent sur ces plantes pendant la période de début de croissance de la Betterave et assurent une contamination très précoce de celle-ci.

*S. media*, *C. bursa-pastoris*, *S. vulgaris* sont communes dans les champs de Céréales; les mêmes plantes et *P. major* se trouvent couramment en bordure des chemins. La destruction, à la fin de l'hiver, des plantes adventices dans les Céréales qui font suite à la Betterave et qui sont généralement infestées permet de réduire les foyers de virus et entraîne la mort des pucerons avant l'apparition des formes ailées.

Les betteraves qui ont été involontairement laissées dans les champs peuvent rester en végétation pendant l'hiver si le froid n'est pas rigoureux et permettre la multiplication des pucerons; ces betteraves doivent être détruites avant la fin du mois de Mars.

#### *Silos de betteraves fourragères et de plançons.*

Sur les feuilles des betteraves se développent des colonies parfois importantes de *M. tulipaella* et de *M. persicae*, plus rarement de *Dysaulacorthum vincae* Walk d'*Aulacorthum solani* H. R. L.) et de *Rhopalosiphoninus latysiphon* Davids. (HARTSNIJKER 1952). Durant l'exploitation post-hivernale de ces silos, les ailés abandonnent le silo et se disséminent sur les plantes du voisinage; en outre, les ailés de *M. persicae* et plus tardivement d'*A. fabae* qui se sont développés sur d'autres plantes-hôtes primaires ou secondaires peuvent venir piquer les betteraves et absorber le virus. La dispersion primaire du virus se fait en moyenne dans un rayon de 1 km autour du silo.

L'infestation ante-hivernale des silos par *M. persicae* se fait par les feuilles qui sont laissées sur les racines; pour *M. tulipaella*, il semble qu'un petit nombre de pucerons se développent sur les racines pendant l'été et sont introduits avec celles-ci; des ailés ont été observés à l'automne sur les betteraves en Hollande (HIJNER). Un décolletage complet des betteraves diminue par conséquent les chances de contamination par *M. persicae*; il augmente le pourcentage de pourriture des racines.

Les risques de contamination sont fortement diminués si l'on prend la précaution, dès que la température devient supérieure à 10° au cours de la journée, de ne pas laisser de betteraves éparses autour du silo et de faire en sorte que l'utilisation de ce dernier soit terminée pour la fin du mois de mars (BONNEMAISON, 1950).

Des observations intéressantes ont été faites dans l'Ile de Tiengemetten (Hollande) par HIJNER (1950); il a été constaté qu'au cours de la matinée et au fur et à mesure de l'élévation de la température, les pucerons ailés se dirigeaient vers la partie supérieure du silo; les envols se produisaient lorsque la température atteignait 14°, c'est-à-dire lorsque le vent soufflait du Sud ou de l'Ouest. Les silos furent tous utilisés avant le 1<sup>er</sup> avril; le pourcentage de betteraves atteintes de Jaunisse fut moins élevé de 30 p. 100 que dans les îles voisines mais il fut cependant constaté des infections primaires dûes aux pucerons en provenance de ces îles.

La multiplication des pucerons est d'autant plus forte que la température à l'intérieur du silo est plus élevée; les betteraves récoltées à maturité produisent plus tardivement des feuilles que les betteraves récoltées plus tôt.

On a essayé sans succès en Hollande des traitements des betteraves avant la récolte avec des produits endotherapiques, la pulvérisation des betteraves ensilées avec du parathion ou la fumigation avec du bromure de méthyle ou encore le soupou-

drage des racines avec une spécialité à base de tétrachloronitrobenzène inhibant la production des feuilles tout en ayant une action aphicide (HIJNER, 1954).

#### B. — SÉLECTION DE VARIÉTÉS TOLÉRANTES A LA JAUNISSE

Il a été obtenu aux Etats-Unis des variétés résistantes à une autre maladie à virus de la Betterave, le Curly-top, ce qui a incité les sélectionneurs à rechercher les variétés tolérantes à la Jaunisse.

Ces recherches ont été commencées en Europe en 1944 ; en Hollande, HIJNER et RIETBERG (1955) ont étudié la tolérance de diverses espèces de *Beta* sauvages (*Beta maritima*, *B. macrocarpa*, *B. atriplicifolia*, *B. lomatogona*, *B. trigyna*, *B. patellaris*, *B. procumbens*, *B. webbiana*) ; aucune d'entre elles n'a fait preuve d'une résistance meilleure que celle de la Betterave cultivée.

En France, MARGARA et TOUVIN (1955), ont sélectionné des *B. maritima* tolérantes et les ont croisées avec des betteraves sucrières ; ces hybrides ainsi que des lignées américaines présumées peu sensibles ont présenté des symptômes de Jaunisse plus faibles que la variété-témoin de Betterave sucrière.

Le jaunissement plus ou moins marqué du feuillage ne constitue pas un critère de la tolérance des variétés. Il a été remarqué que la Jaunisse augmente la sensibilité de la Betterave à la Cercosporiose.

Il semble que l'on puisse obtenir dans un avenir plus ou moins lointain des variétés plus tolérantes vis-à-vis de la Jaunisse que celles qui sont actuellement utilisées mais il est à craindre qu'il se produise parallèlement une sélection des souches les plus virulentes ou l'apparition de nouvelles souches plus actives. On a constaté aux Etats-Unis que des variétés de Betteraves hautement résistantes à l'origine vis-à-vis du Curly-top, sont devenues assez sensibles.

Il serait vraisemblablement intéressant de rechercher, parallèlement à la tolérance à la Jaunisse, des variétés défavorables à la multiplication des pucerons, notamment de *M. persicae* ; cette espèce, ainsi qu'*A. fabae*, se développe difficilement sur *Beta patellaris*. Les variétés pour lesquelles les pucerons manifestent peu d'appétence mais qui ne diminuent pas la fécondité peuvent avoir un effet opposé au but recherché : les ailés étant incités à effectuer des déplacements plus fréquents, il s'ensuivra une dissémination plus importante du virus.

#### C. — IMPORTANCE DES PLANTES-HÔTES PRIMAIRES OU SECONDAIRES SUR LA DISSÉMINATION DE LA JAUNISSE — PÉRIODES DE VOLS

La dissémination du virus de la Jaunisse est liée au nombre des vecteurs existant au printemps et au début de l'été dans la région considérée, aux déplacements des pucerons aptères ou ailés et à l'importance des vols de pucerons provenant de zones parfois éloignées et atterrissant dans ladite région. Ce dernier facteur est, à mon avis, d'un intérêt primordial.

En se limitant aux conditions locales, les remarques suivantes peuvent être faites pour les principaux vecteurs de la Jaunisse.

##### *M. persicae*.

Le principal hôte primaire est le Pêcher qui est assez peu cultivé dans les régions betteravières. L'importance relative des formes holocycliques et anholocycliques a

été étudiée principalement en Allemagne au point de vue de la lutte contre les maladies à virus de la Pomme de terre. D'après STORMER (1937), HEINZE (1941, 1948), RONNEBECK (1953), F. P. MULLER (1954), la présence des pêchers est un élément déterminant de la propagation des virus ; D'autres chercheurs (PROFFT, 1942, BONNEMAISON 1950, GERSDORF, 1954) estiment que le rôle des hôtes primaires est relativement peu important.

Les ailés apparaissent sur le Pêcher plus tard que chez les formes anholocycliques et sont souvent moins nombreux : ils assurent une contamination locale et une dissémination à de grandes distances ; c'est à ce titre qu'ils sont les plus dangereux (BONNEMAISON, 1958).

Le rôle de la forme anholocyclique diffère fortement suivant les conditions hivernales ; son rôle est insignifiant lorsque la température est inférieure à  $-15^{\circ}$  à  $-17^{\circ}$  (BONNEMAISON, 1951) ; la mortalité est considérable lorsque l'hiver est pluvieux. Une période hivernale douce et sèche entraîne une intense pullulation des pucerons sur le Colza, le Chou, l'Épinard, les porte-graines de betteraves et les plantes adventices. Les températures moyennes mensuelles de l'hiver 1956-1957 ont été les suivantes : Décembre ; 5,8, Janvier ; 2,95, Février ; 7,21, Mars ; 10,0, Avril ; 8,95 ; la densité de la population aphidienne sur les betteraves a été en conséquence très importante au printemps 1957.

Une température élevée en mars et avril assure une multiplication rapide de *M. persicae* dans les silos de betteraves et une apparition précoce des ailés ; cependant ces températures anormalement fortes permettent la sortie des coccinelles, principalement de la Coccinelle à 7 points (*Coccinella septempunctata* L.) cette espèce a été trouvée dès le 12 mars 1957, le 1<sup>er</sup> avril 1958 et 1959 (températures moyennes de la 2<sup>ème</sup> décade de Mars 1957 ; 11,4, de la 3<sup>ème</sup> décade de mars 1958 ; 7,6, de mars 1959 ; 8,84.

#### *A. fabae.*

Le développement et la reproduction des formes ailées sont accélérées si la température moyenne des mois de mars et d'avril sont élevées ; un temps sec et chaud durant la seconde quinzaine d'avril permet la dissémination des formes ailées dans les conditions optimales.

Cette espèce étant holocyclique, l'arrachage des fusains d'Europe, des Viornes (BORNER et SCHILDER, 1921, BONNEMAISON, 1950, H. J. MULLER, 1951, HEINZE, 1953) est une pratique recommandable.

On a objecté qu'elle était d'une réalisation difficile et coûteuse ; ces arbrisseaux ne sont communs que dans les buissons et à la lisière des forêts ; ils sont facilement identifiables à la fin de l'hiver et l'arrachage peut donc se faire pendant une période où il y a peu de travaux à effectuer à la ferme. Ces arrachages éviteront souvent l'application de traitements insecticides et seront, en conséquence, rapidement amortis.

#### *R. ascalonicus* et *M. tulipaella*.

L'hivernation étant exclusivement anholocyclique, la densité printanière de la population aphidienne est en corrélation étroite avec le nombre des silos de betteraves ou des serres et, pour *R. ascalonicus*, avec la présence de plantes adventices,



(*Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*). Sous nos climats, les froids rigoureux ont peu d'effet ; un hiver doux et sec permet la multiplication des pucerons à la fin de l'hiver et une apparition précoce des ailés.

On peut donc conclure de ce qui précède, que les conditions climatiques des mois de mars et d'avril constituent les facteurs principaux de la pullulation des diverses espèces, l'optimum pour la pullulation étant une combinaison d'une faible pluviométrie et d'une température moyenne supérieure à 7°. Une température relativement basse en mai et en juin est favorable à la multiplication des pucerons en retardant la reprise de l'activité des prédateurs ou des parasites ; elle prolonge considérablement la période de vol et assure de ce fait une dissémination plus étalée du virus.

J'ai indiqué dans deux notes (1953, 1956) qu'il pouvait être distingué 4 périodes principales de vols pour les pucerons.

La *première période* est de beaucoup la plus importante au point de vue de l'action directe des pucerons et de la transmission de la Jaunisse : elle s'étend depuis la mi-février jusqu'à la fin de mai et comprend plusieurs vagues d'inégale importance ; en règle générale, les vols assez importants sont par ordre décroissant d'apparition : *R. ascalonicus*, *M. tulipaella*, *M. persicae* anholocyclique, *M. persicae* holocyclique et *A. fabae*.

La *seconde période* s'échelonne depuis la fin de la première décade de juin jusqu'à la mi-juillet ; c'est durant cette période que se fait la contamination générale des betteraves-racines par la Jaunisse mais, en raison du développement des betteraves, elle déprime faiblement le rendement.

La *troisième période* de vol comprend presque uniquement les *M. persicae* qui se sont développés sur les pommes de terre ; son intérêt économique est pratiquement nul en ce qui concerne la Betterave-racine.

La *quatrième période* est constituée par des sexupares et des virginipares ailés des différentes espèces ; elle assure la contamination par les quatre espèces d'Aphides et l'infection par la Jaunisse des plançons, épinards, bettes, betteraves potagères, plantes adventices, plançons et betteraves ensilés.

#### D. — DATE DES SEMIS ET DENSITÉ DE PLANTATION

Une coloration jaune ou voisine du jaune est plus attractive pour la plupart des pucerons que la couleur verte (MOERICKE, 1950) ; les cultures seront d'autant moins attractives pour les pucerons ailés que la coloration générale du champ sera d'un vert plus accusé, autrement dit que le rapport des surfaces occupées par le feuillage et de celui de la terre nue sera plus grand au moment des vols.

Ce résultat peut être atteint de deux façons : en semant le plus précocement possible ou à une forte densité.

Le semis précoce permet en outre d'obtenir des plantes d'un plus grand développement foliaire au moment de l'arrivée des pucerons et de la multiplication de ceux-ci ; les plantes sont plus résistantes à l'action directe des pucerons et à l'infection par la Jaunisse ainsi que nous l'avons vu p. 169 ; l'action dépressive du virus est fortement amoindrie si la contamination a lieu sur des plantes présentant plus de 4 à 6 feuilles.

L'intérêt des semis précoces a été signalé dès 1895 par TROUDE. En Angleterre, WATSON et al (1946) ont effectué des essais combinés de dates de semis (8 avril et

19 mai), d'infections (25 juin, 16 juillet, 5 et 25 août) et de degré d'infection ; ils ont remarqué que les semis tardifs étaient plus susceptibles à l'infection naturelle que les semis précoces ; dans les lots non contaminés, les semis précoces donnaient un meilleur rendement que les semis tardifs.

Au Danemark, HANSEN (1950) a procédé à des semis échelonnés depuis le 1<sup>er</sup> avril jusqu'au 1<sup>er</sup> août ; il a relevé les pourcentages suivants de plantes atteintes de Jaunisse : semis du 1<sup>er</sup> avril : 32,2, du 15 avril : 53,0, du 1<sup>er</sup> mai : 70, du 15 mai : 79,1 et dans un autre essai : semis du 7 mai : 69 p. 100, du 23 mai : 69, du 15 juin : 83, du 15 juillet : 21, du 1<sup>er</sup> août : 10.

En Allemagne, les rendements par ha ont été les suivants en 1951 : semis du 19 avril : 501 qx, du 29 avril : 414 qx, du 9 mai : 319 qx, du 19 mai : 265 qx (STEUDEL et HEILLING, 1954) ; les pourcentages de plantes présentant les symptômes de Jaunisse étaient respectivement de 45, 62, 83 et 95.

Un essai a été effectué dans la Beauce en 1953 ; un lot a été ensemencé le 20 avril, l'autre lot le 10 mai ; une numération des pucerons a été faite le 6 juillet.

	Semis 20 avril		Semis 10 mai	
<i>M. persicae</i> (moyenne pour 100 pieds)...	3,2	0,4 L	11,4	1,2 L
<i>A. fabae</i> ( " " " " )...	42	68 L	111	198 L
Pourcentage de Jaunisse .....	86,5		94,1	
Rendement .....	141		100	

Le semis précoce des betteraves constitue un moyen relativement aisé d'augmenter les rendements dans de notables proportions qu'elle que soit l'importance de l'infestation par la Jaunisse (BONNEMAISON, 1953).

Il présente certains inconvénients :

1<sup>o</sup> le cultivateur doit disposer de moyens de traction importants afin d'être en mesure de préparer le terrain en quelques jours dès que les conditions climatiques le permettent ;

2<sup>o</sup> s'il survient une période froide après le semis, la levée est très lente et les plantules sont souvent attaquées par le Myriapode *Blaniulus guttulatus*.

3<sup>o</sup> Le semis précoce favorise la « montée à graines » ; le pourcentage de montées à graines varie fortement pour une même variété suivant les conditions climatiques ; il diffère considérablement suivant les variétés.

Il a pu être remédié par la sélection à la montée à graines qu'entraîne le semis précoce ; dans ces conditions, le semis précoce est une technique des plus recommandables et il y a, depuis quelques années, et dans tous les pays, une tendance très nette à hâter le semis des betteraves, l'échelonnement des semis étant lié au problème du démariage ; on estime que le rendement en racines est abaissé en moyenne de 300 kgs/ha par jour de retard de semis.

#### *Densité de semis.*

Une forte densité de semis permet d'obtenir rapidement une coloration verte du champ ; en outre, les piqûres des pucerons infectieux se répartissant sur un nombre plus élevé de plantes, il restera après le démariage un nombre relativement moins important de plantes infectées que dans les parcelles où le semis aura été fait à une faible densité.

En Hollande, HIJNER (1951) a relevé le pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse dans des parcelles présentant une densité par ha de 42 000, 48 000, 65 000 et

87 000 pieds à l'ha ; il a constaté qu'il y avait 2,07 fois plus de plantes malades dans les parcelles à 42 000 pieds que dans celles à 87 000 pieds.

En Allemagne, STEUDEL et HEILLING (1954) ont effectué des essais avec des densités de 50 000, 75 000 et 100 000 pieds/ha ; c'est la densité de 75 000 pieds/ha qui a donné les rendements les plus élevés en racines.

Un essai a été réalisé en 1954 dans un champ de plusieurs ha situé dans la Beauce ; le semis a été fait le 15 avril et les parcelles présentaient après le démariage des densités de peuplement de 55 000, 60 000 et 65 000 pieds/ha. Des numérations aphidiennes ont été faites le 22 juin et le 6 juillet ; les pourcentages de plantes malades étaient de 100 p. 100 le 6 août.

	55 000	60 000	65 000
	—	—	—
Nombre de pucerons pour 100 plantes			
22 juin <i>M. persicae</i> .....	0,2	0,3	0,2
<i>A. fabae</i> .....	56	103	68
6 juillet <i>M. persicae</i> .....	9,0	8,6	7,3
<i>A. fabae</i> .....	750	660	180
Rendement en racines .....	100	108	102

La même année, une expérience a été faite à Versailles sur une parcelle de  $20 \times 4$  m. divisée en 12 parcelles de  $3,30 \times 2$  m. qui ont été ensemencées le 1<sup>er</sup> juin aux écartements de 0,22 m, 0,45 m et 0,67 m. La levée a été notée le 8 juin et la densité moyenne de pieds par m linéaire a été de 17 pieds ; le démariage a été fait le 29 juin. Le 4 octobre, les pourcentages de pieds présentant les symptômes de la Jaunisse ont été les suivants :

Ecartement de 0,22 m : 1,7.

Ecartement de 0,45 m : 4,9.

Ecartement de 0,67 m : 10,2.

Un autre essai a été fait en 1957 sur de petites parcelles avec 4 répétitions ; le semis a été fait le 21 mars et le 3 mai à des écartements de 50 cm entre les lignes et de 0,25 ou de 0,50 cm. sur la ligne. Les pourcentages suivants de plantes atteintes de Jaunisse ont été relevés à différentes dates :

	Semis 21 mars		Semis 3 mai	
	$e = 0,25$	$e = 0,50$	$e = 0,25$	$e = 0,50$
22 juin .....	0,2	0,3	0,9	2,4
29 juin .....	0,9	0,6	1,2	3,0
17 juillet.....	7,4	16,2	7,8	12,0
5 septembre ..	57,3	58,8	69,9	72,0

L'augmentation de la densité de pieds/ha permet donc de réduire le pourcentage de plantes malades ; il ne faut pas oublier cependant que la densité optimum de pieds/ha est étroitement liée à la richesse du sol et à l'importance des précipitations ; pour la majeure partie de la Beauce, il n'est pas avantageux, en raison de la faible pluviométrie, de dépasser la densité de 60 000 pieds/ha.

Le démariage manuel devenant une opération de plus en plus coûteuse, la tendance actuelle est de réduire le nombre de graines ensemencées à l'ha et d'utiliser des graines segmentées, enrobées ou monogermes, ce qui entraîne une très forte diminution de la surface foliaire. Dans ce cas, les variétés à grand bouquet foliaire pourraient être moins fortement contaminées que les variétés à petit bouquet foliaire.



Enfin, il sera parfois avantageux de retarder le démariage dans les régions où la Jaunisse est généralement très préjudiciable au rendement.

#### E. — TRAITEMENTS APHICIDES.

J'ai indiqué dans un travail antérieur (1956) les résultats d'essais de traitements réalisés avec des aphicides de contact (parathion) ou endothérapiques (déméton). L'application de 1, 2 ou 3 traitements avec le déméton a donné des augmentations de rendement de 0 à 11 p. 100 et le pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse a diminué de 0 à 15 p. 100 à la fin septembre ou au début d'octobre.

J'attirais l'attention sur les points suivants :

1° l'intoxication relativement lente des Aphides qui ne meurent le plus souvent qu'après la fin de la période de rétention, c'est-à-dire de la période où ils sont infectieux.

2° l'intérêt des traitements précoces réalisés avant le 20-25 mai afin de détruire les premiers pucerons infectieux.

3° Ces traitements précoces étant appliqués alors que les betteraves n'ont que quelques feuilles, une quantité très faible de produit endothérapique pénètre dans la plante ; en raison de la rapide croissance des betteraves à cette période de l'année, l'efficacité est irrégulière et la persistance d'action réduite.

4° Le semis précoce des betteraves était recommandé ; les betteraves ayant en conséquence une taille plus importante au moment de la contamination par la Jaunisse sont moins fortement affectées et peuvent accumuler une quantité plus élevée de produit endothérapique.

5° Les relevés de populations aphidiennes effectués en divers centres de production betteravière de 1950 à 1956 avaient montré que la densité de population de *M. persicae* était très faible et celle d'*A. fabae* variable suivant les localités et les années.

En Rhénanie, au contraire, où les traitements généralisés à base de déméton ont donné souvent des résultats satisfaisants, la population de *M. persicae* est constamment très élevée et très souvent supérieure à 8 000 individus pour 100 plantes à la mi-juin. Il est recommandé (STEUDEL et HEILLING 1954, DAME et GOOSEN 1954) d'effectuer le premier traitement lorsque la population de *M. persicae* atteint 30 à 100 pucerons pour 100 betteraves. Les pucerons noirs sont également très nombreux ; les relevés de STEUDEL et HEILLING mentionnent des populations de 30 000 à plus de 180 000 pucerons pour 100 plantes. Dans ces conditions, en dehors de toute question de Jaunisse, il est évident que des traitements aphicides doivent augmenter considérablement le rendement d'autant plus que toutes les cultures de betteraves de la région sont traitées sans exception par des entreprises spécialisées.

L'expérience mentionnée p. 169 montre que les piqûres d'un puceron aptère non infectieux de *M. persicae* ou d'*A. fabae* effectuées pendant une semaine seulement sur des plantes ayant moins de 6-8 feuilles ralentissent très fortement la croissance du végétal ; à cela peut s'ajouter l'effet dépressif des virus de la Jaunisse et de la Mosaïque.

La sensibilité des plantules de Betterave, tant à l'action directe des piqûres qu'à celui des virus, diminue très fortement au-delà du stade 8 feuilles : le but à rechercher est donc de détruire de façon presque totale les pucerons, infectieux ou non, durant cette phase critique, ce qui peut être obtenu de deux façons :

1° par le traitement précoce des jeunes plantes avec des produits endothérapiques ; les formes ailées des diverses espèces de pucerons vecteurs de virus peuvent parvenir sur les cultures de betteraves plus ou moins tôt suivant les espèces et leur origine : dès la mi-mars pour *R. ascalonicus*, durant la première décade d'avril pour *M. tulipae* ou la forme anholocyclique de *M. persicae* et *A. fabae*.

Dans la région parisienne, des betteraves semées le 20 mars parviennent en moyenne aux stades : 4 feuilles au début de mai, 6 feuilles à la mi-mai et 8 feuilles avant la fin du mois. Par suite de la rapide croissance des plantes, il serait donc nécessaire pour obtenir une très bonne protection d'effectuer une première pulvérisation à la fin avril ou dans les premiers jours de mai et une seconde à la fin du mois. Le traitement de plantes aussi jeunes est difficile. Cependant, MUNSTER et JOSEPH (1959) ont traité des betteraves au stade 3-4 feuilles avec 700 l. de bouillie par ha à base de thiométon ; le pourcentage de plantes malades a été de 6,5 ou 5,9 p. 100 dans les lots traités contre 67,2 p. 100 et 40 p. 100 dans les témoins ; ces résultats ont été nettement supérieurs à ceux obtenus l'année précédente avec un traitement appliqué au stade 8 feuilles.

2° par l'enrobage des graines avec des produits endothérapiques ou l'épandage de ces produits sous la forme de granulés. Cette technique assure la protection de la plantule depuis la levée jusqu'à un stade plus ou moins avancé, l'efficacité étant d'autant plus grande que la plante est plus jeune, ce qui correspond totalement au but recherché.

#### F. — TRAITEMENT DES SEMENCES ET EMPLOI D'ENDOTHÉRAPIQUES EN GRANULÉS.

J'ai indiqué dans une note (1960) les résultats des essais effectués avec divers produits endothérapiques (disyston, phorate, ménazon ou P. P. 175 ou thiophosphate de S (4-6 diamino 1, 3, 5 triazino 2 yl) méthyl et de diméthyle, utilisés en enrobage des semences ou avec le disyston sous la forme de granulés à 5 p. 100 de MA appliqués dans la raie de semis, ou en couverture au moment du semis, ou après celui-ci.

Le phorate n'est pas à retenir en raison de sa très haute toxicité pour les vertébrés ; le ménazon a été insuffisamment actif aux doses utilisées (800 et 1 600 g MA/quintal de graines).

A la dose de 2 500 à 3 000 g MA/ql, la persistance d'action du déméton est en moyenne de 40 à 45 jours pour les semis réalisés entre la mi-mars et les premiers jours d'avril ; une durée de protection équivalente est obtenue par l'épandage de granulés à 5 p. 100 de disyston dans la raie en mélange avec les graines à la dose de 15-20 kg/ha ou en couverture aussitôt après le semis à la dose de 20-25 kg/ha. Malheureusement, le disyston fait preuve d'une phytotoxicité assez élevée qui réduit le pourcentage de germination et retarde la croissance de quelques jours.

Il n'est pas douteux que d'autres produits endothérapiques, aussi efficaces que le disyston mais moins phytocides, seront obtenus dans un proche avenir.

Des essais ont été réalisés à Versailles en 1960. Le semis a été fait le 20 avril ; le printemps ayant été très sec, la levée et la croissance ont été irrégulières et les différences de rendement avec le témoin nettement inférieures à ce qui aurait eu

lieu dans les conditions normales : le rendement et les pourcentages de plantes atteintes de Jaunisse ont été les suivantes :

Caractéristiques des lots	Rendement	% Jaunisse	
A. Témoin .....	100	11/8 42	10/9 71
B. Glomérules traités avec 2 000 g MA disyston/quintal .....	105	35	66
C. Glomérules traités avec 3 000 g MA disyston/quintal .....	99	31	62
D. Glomérules non traités semés en mélange avec des granulés de disyston à 5 % à 400 g MA/ha .....	104	38	68
E. Glomérules non traités ; épandage le 20 avril sur la ligne de semis en couverture de granulés de disyston à 1 250 g MA/ha .....	105	29	43
F. Glomérules traités avec 3 000 g MA disyston/quintal ; le 24 mai, épandage de granulés de disyston à 400 g MA/ha sur les lignes de betteraves et sur une largeur de 10 cm .....	107	23	40
G. Glomérules non traités ; traitements par pulvérisation le 25 mai et le 4 juin avec du déméton méthyle à 700 l/ha et à la dose de 350 g MA/ha .....	102	41	63

Il est à noter le faible pourcentage de Jaunisse dans le lot F ; par suite de la sécheresse, l'action phytocide du disyston utilisé en enrobage des graines à 3000 g MA/quintal a été très accusée.

#### G. — COMBINAISON DE DIVERSES MÉTHODES DE LUTTE CONTRE LES PUCERONS ET LA JAUNISSE

L'enrobage des semences ou l'épandage de granulés sont des techniques très intéressantes qui complètent les traitements aphicides aériens et les techniques culturales.

Le semis précoce est la méthode de lutte simple et la plus recommandable ; des considérations d'ordre pratique (préparation du sol, conditions climatiques défavorables, démariage) mettent le cultivateur dans l'obligation d'échelonner les semis ; dans la région parisienne et le nord de la France, les semis sont généralement effectués entre le 5 mars et le 1<sup>er</sup> mai. Les vols assez importants de *M. persicae* et d'*A. fabae* débutent entre le 1<sup>er</sup> et le 25 mai.

En prenant comme base la date du semis, il peut être envisagé 3 cas : (BONNE-MAISON, 1960).

1<sup>o</sup> *Semis précoce* (5-25 mars). — A moins de circonstances exceptionnelles (mois de mars et d'avril secs et froids) les betteraves auront plus de 4-6 feuilles lors de l'arrivée des premiers ailés : elles seront donc parvenues à un stade peu sensible à l'action directe des pucerons ; le traitement des semences ou l'application de granulés dans la raie ne sera utile que dans des cas relativement rares. S'il se produit une importante contamination aphidienne, il pourra être envisagé un traitement du sol avec des granulés en couverture ou une pulvérisation aphicide.

2<sup>o</sup> *Semis à une date moyenne* (1-15 avril). — Le traitement des semences ou l'épandage des granulés dans la raie ayant une persistance moyenne d'action de 40-45 jours, les plantules seront protégées jusqu'au 15-20 mai, c'est-à-dire au moment où les arrivées de pucerons ailés s'intensifient. Dans les régions où les vols d'aphides



infectieux sont précoces (voisinage de cultures de porte-graines, de silos, de cultures d'épinards), ce mode de traitement sera souvent avantageux mais, dans la plupart des cas, il sera préférable d'avoir recours au traitement du sol avec des granulés appliqués en couverture à la fin d'avril ou au début de mai. Les plantes seront protégées jusqu'à la fin de mai et un traitement aérien ne sera à envisager que dans le cas d'une forte infestation tardive.

3<sup>o</sup> *Semis tardif* (à partir du 15 avril). — Le traitement des graines ou du sol dans la raie assurera une bonne protection pendant 30 à 45 jours suivant la rapidité de croissance ; il sera éventuellement appliqué par la suite un traitement du sol en couverture ou en pulvérisation aphicide.

La culture de la Betterave à sucre est généralement localisées à des zones de culture intensive où il n'existe pratiquement pas de végétation spontanée pouvant permettre le maintien d'Aphides et des ennemis de ceux-ci. En outre, les espèces de plantes cultivées sont peu nombreuses : Céréales, Pomme de terre, parfois Légumineuses fourragères.

L'application intensive et tardive de traitements aphicides aériens abaisse la densité moyenne de la population aphidienne par ha à un taux très bas qui ne permet pas le maintien d'une quantité suffisante de prédateurs ou de parasites des aphides. Cela ne présenterait pas d'inconvénient majeur s'il ne se produisait pas des infestations par des pucerons provenant de régions plus ou moins éloignées ; il se crée donc un déséquilibre biologique marqué pouvant conduire, dans les cas de migrations aphidiennes importantes, à des pullulations soudaines qui nécessitent des traitements aphicides aériens nombreux et parfois inefficaces.

La nuisibilité relative des pucerons de la betterave, tant par leur action directe que par leur rôle de vecteur, diminue rapidement au cours du printemps. Le but à rechercher est de les détruire pendant cette période printanière et de laisser subsister, à partir des premiers jours de juillet, une faible population aphidienne qui permettra le maintien des parasites et prédateurs ; les modalités d'application de ce principe différeront beaucoup suivant la nature des autres cultures ; la présence de cultures de Pommes de terre ou de Légumineuses fourragères, qui présentent une population aphidienne très importante à la mi-juillet, assure largement le maintien des animaux ou Champignons vivant aux dépens des Aphides.

#### IV. — PROTECTION DES PLANCHONS ET PORTE-GRAINES

La culture grainière de la Betterave à sucre est pratiquée de deux façons dénommées culture directe et indirecte ou culture de betteraves d'hiver.

La culture directe consiste à semer les graines d'élite à la fin de l'été et à laisser les plantes en place pendant l'hiver ; les travaux se bornent à butter légèrement avant l'hiver puis à effectuer quelques façons superficielles au printemps. Cette technique est généralisée aux Etats-Unis ; elle est utilisée à une petite échelle au Danemark, en Espagne, en Allemagne orientale et en U. R. S. S.

En culture indirecte, les semis sont généralement faits au printemps sur une terre bien préparée et n'ayant pas été ensemencée depuis la récolte de l'année précédente. Les dates de semis varient suivant les régions ; elles sont faites au printemps dans les régions tempérées ; dans les contrées bénéficiant d'un climat maritime ou

méditerranéen le semis, est parfois effectué après des pommes de terre hâtives ou même après le Blé en Italie (FELTZ 1957). Les plançons sont arrachés à l'automne et ensilés (Hollande, Suède, Grande-Bretagne, Belgique, France, Allemagne occidentale, Autriche, Tchécoslovaquie, Yougoslavie) ou laissés dans le champ pendant l'hiver et repiqués au printemps (Italie, Irlande).

Quelques essais de culture directe ont été faits en France de 1940 à 1945, notamment par M. BASTIEN, agriculteur près de Dreux, mais n'ont pas été poursuivis. Jusqu'en 1950, la production des graines de betteraves était presque exclusivement réalisée dans le nord de la France et la Beauce : le semis était fait aux environs du 1<sup>er</sup> mai dans le Nord et du 25 juin dans la Beauce ; en Beauce, le rendement en graines des cultures indirectes a été très satisfaisant jusqu'en 1942-1943 et a baissé régulièrement par la suite ; de 1600-1800 kg/ha jusqu'en 1943, il est tombé, à partir de 1950, à 800-900 kg en moyenne et même à 600 kgs en année sèche ; la récolte a été extrêmement faible en 1953 par suite de la sécheresse et d'une très forte attaque de Jaunisse ce qui a entraîné une réduction de la culture grainière et parfois même son abandon par quelques planteurs.

C'est pour cette raison que j'ai commencé en 1949 des essais en vue de mettre au point des méthodes permettant d'améliorer le rendement de la production grainière de la Betterave sucrière. Des expériences portant sur de petites surfaces ont été effectuées à Versailles ; des essais plus importants ont pu être faits grâce à l'amabilité de divers planteurs : MM. BATAILLE et DESPREZ dans le Nord, MM. BASTIEN, BETRON, CUGNOT, DELATOCHE, GILBERT, R. et A. PICHOT, H. POPOT dans la Beauce ; je les prie de croire à toute ma reconnaissance.

#### A. — DISPERSION GÉOGRAPHIQUE.

Dans les régions où les porte-graines sont cultivés au voisinage des betteraves-racines, la Jaunisse existe à l'état endémique : le virus persiste pendant l'hiver dans les plançons ensilés ou en culture directe ; les pucerons qui se développent sur ces plançons pendant l'hiver ou au printemps sont infectieux pour la plupart et contaminent les betteraves-racines ; dans le courant de l'été ou de l'automne, les pucerons s'infectent sur les betteraves-racines et contaminent les semis de plançons.

Un moyen efficace d'éviter la contamination des plançons est de cultiver ceux-ci en des régions éloignées des plantations de porte-graines, bénéficiant de conditions climatiques défavorables à la multiplication des pucerons et peu exposées à la contamination par des pucerons ailés migrants et infectieux.

Cette technique est utilisée depuis plus d'une dizaine d'années en Grande-Bretagne ; les semis de plançons sont effectués principalement en Ecosse ainsi que dans le Nord et l'Ouest de l'Angleterre ; il est reconnu que pour les régions situées au sud de la ligne Ribble-Humber, les zones favorables sont situées à une altitude dépassant 150 m. et les précipitations sont supérieures à 875 mm ; les semis sont faits à un écartement de 30 cm. Les plançons sont transportés par camions dans les quatre grands centres de cultures de porte-graines : Kesteven, Ile d'Ely et West Norfolk, Bedfordshire et Huntingdonshire, Essex. Il est planté en moyenne 2 540 kgs de plançons par ha et le prix du transport des plançons nécessaires pour la plantation d'un ha en provenance du Northumberland est de 10 à 12 livres. L'état sanitaire des plançons est contrôlé en octobre ; les cultures ayant moins de 1 p. 100 de plan-



chons atteints de Jaunisse sont acceptées, celles présentant un pourcentage supérieur à 10 p. 100 sont refusées ; pour les cultures ayant un pourcentage compris entre 1 et 10 p. 100, une commission décide des conditions d'acceptation en fonction des besoins en plançons et de la valeur sanitaire moyenne des cultures. En Ecosse, le pourcentage moyen de plançons malades a été de 0,4 en 1951 et de 0,7 en 1952.

Le contrôle et le règlement des litiges entre les obtenteurs de plançons et les producteurs de porte-graines est assuré par des Inspecteurs du Ministère de l'Agriculture assistés d'agents des associations des producteurs de graines de betteraves et de planteurs de betteraves-racines ; cette organisation fonctionne depuis 1951 et donne toute satisfaction aux intéressés (HULL, 1952).

Divers planteurs beaucerons se sont approvisionnés pendant plusieurs années de plançons semés en Bretagne, principalement dans la région de Dol (Ille-et-Villaine) ; la valeur sanitaire des plançons a rapidement baissé et était en 1955 inférieure à celle des plançons obtenus en Beauce.

### *Essais de cultures de plançons dans le Perche.*

La Direction des services agricoles d'Eure-et-Loir a commencé en 1954, avec l'aide financière du Groupement National Interprofessionnel des producteurs des semences, des essais de cultures de plançons dans le Perche (communes de Souancé, Frazee, Béthonvilliers, Vichères, St Pierre-la-Bruyère, Authon-du-Perche). Tous les champs étaient situés dans des régions fortement boisées et coupées de nombreux rideaux d'arbres constituant d'excellents écrans contre les pucerons ; très peu de cultivateurs avaient des silos de betteraves fourragères et il n'y avait aucune culture de porte-graines. Il y avait 12 parcelles d'une superficie de 0,50 ou 1 ha et d'une superficie totale de 8,5 ha ; les semis ont été exécutés entre le 20 juin et le 13 juillet.

A la date du 6 octobre, ces champs présentaient les caractéristiques générales suivantes : les semis effectués à la fin de juin étaient généralement trop denses et 10 p. 100 des pieds étaient atteints de Jaunisse ; ceux qui avaient été faits dans la première quinzaine de juillet étaient d'une densité satisfaisante et le pourcentage de plantes malades était insignifiant.

Les plançons ont été livrés par camions à plusieurs producteurs de graines de la Beauce et plantés en comparaison avec des plançons semés dans la Beauce en terre nue aux environs du 25 juin ; ces essais ont été poursuivis jusqu'en 1959 ; pour un rendement moyen en graines de 100 obtenu avec les plançons de la Beauce, les plançons originaires du Perche ont donné en 1955 des rendements variant de 104 à 186 (MARTIN, 1958) ; en dépit de cette importante augmentation de récolte le nombre des planteurs beaucerons utilisant des plançons en provenance du Perche s'est rapidement amenuisé pour diverses raisons. Le semis, la récolte, le transport des plançons, parfois l'ensilage sur place, étaient généralement réalisés par les producteurs de porte-graines aidés par la main-d'œuvre locale du Perche, les façons culturales étaient le plus souvent effectuées par les cultivateurs du Perche ; il en est résulté des discussions, parfois byzantines, relatives à l'exécution des travaux, aux salaires des journaliers, à la fixation de la date de l'arrachage, etc.

Le montant du transport des plançons a souvent été estimé trop onéreux bien que la distance entre les lieux de production des plançons et de plantation des porte-graines ne fut en moyenne que de 100 à 120 km.



Par ailleurs, l'adoption de nouvelles techniques (semis plus tardif de plançons, emploi des insecticides endothérapiques, culture sous abri, culture directe) a fortement augmenté le rendement des plançons obtenus dans la Beauce.

J'ai examiné chaque année plusieurs champs plantés avec des plançons du Perche et de la Beauce disposés côte à côte ; les observations faites de 1955 à 1959 peuvent se résumer comme suit :

Les plançons du Perche ont généralement un pourcentage de plantes malades plus faible que les plançons de la Beauce ; il est vraisemblable que l'état sanitaire des plançons du Perche sera progressivement moins satisfaisant par suite de l'augmentation des sources de contamination (plantes adventices, betteraves abandonnées, parfois confection de silos sur place).

Le fait le plus marquant est que les plançons du Perche ont un départ de végétation plus rapide et sont généralement plus vigoureux que ceux de la Beauce même si les pourcentages de plantes malades sont à peu près identiques dans les deux lots. Je pense que cela est dû au fait que les terres du Perche sont assez rarement cultivées en betteraves, contrairement à celles de la Beauce ; dans cette dernière région, j'ai eu l'occasion de voir des cultures de plançons faites dans des parcelles où, par suite de divers concours de circonstances, il n'avait pas été cultivé de betteraves depuis 10 à 20 ans ; les plantes étaient incontestablement plus vigoureuses que dans celles de parcelles voisines soumises à l'assolement traditionnel.

L'abaissement considérable du rendement en graines de betteraves qui a été observé depuis une dizaine à une trentaine d'années dans les centres traditionnels de cultures grainières (Nord, Eure-et-Loir) ne doit pas, à mon avis, être imputé uniquement à la Jaunisse. Il doit y avoir en outre dans ces centres de production, soit une carence en un ou plusieurs oligoéléments, soit une accumulation d'excrétats racinaires émis par les betteraves soit une multiplication d'organismes pathogènes qui affectent davantage les plançons que les betteraves-racines ; les précipitations étant faibles dans la Beauce, ces excréments sont insuffisamment éliminés.

Si les facteurs climatiques de la Beauce sont favorables à la production grainière, ils le sont beaucoup moins en ce qui concerne la production du plançon. La production de plançons pourrait être envisagée en des lieux peu éloignés de la Beauce mais plus pluvieux, où il n'est pas cultivé de betteraves sucrières, et situés à l'Ouest ce qui évite ou tout au moins réduit les contaminations par des pucerons virulifères ou non ; il a été signalé par ailleurs que les pucerons sont entraînés par les vents dominants qui, au printemps, soufflent principalement de l'Ouest vers l'Est.

A ce titre, certaines régions de la Seine-Maritime, de l'Eure, de l'Orne, de la Sarthe, éventuellement de la Mayenne et de l'Ille-et-Villaine pourraient constituer des centres de production de plançons : le Perche présente l'avantage d'être situé à une distance moyenne de 100 km des cultures grainières de la Beauce.

Les planteurs de porte-graines du Nord de la France auraient probablement intérêt à faire les cultures de plançons dans des secteurs assez étroitement délimités des Flandres, du Pas-de-Calais et de la Somme remplissant les conditions suivantes : zones littorales où *Beta maritima* est rare, ou zones plus intérieures présentant une faible densité de betteraves sucrières ou fourragères.

Dans ces centres faiblement contaminés, il serait préférable de semer précocement (fin avril à fin juin) afin d'avoir des plançons aux tissus fermes aptes à supporter le transport et pouvant être ensilés quelques jours après l'arrachage.

Une organisation de ce type où le producteur de plançons n'est pas l'obteneur de la graine ne peut fonctionner correctement que sous l'égide d'une commission de contrôleurs qui examinerait les cultures de plançons à l'automne, accepterait ou refuserait les cultures suivant l'état sanitaire de celles-ci, déterminerait les normes des plançons (celles-ci pouvant varier suivant les régions), les abattements qu'il y aurait lieu d'appliquer pour les différences positives ou négatives par rapport à ces normes, et arbitrerait les litiges.

Enfin, il peut être envisagé l'implantation de cultures de plançons et de porte-graines dans des régions du Sud-Ouest ou du Sud-Est où la betterave-racine n'est pas cultivée ; en raison de la douceur hivernale, ces régions se prêtent particulièrement bien à la culture directe ; quelques essais ont été réalisés dans ce sens depuis 1952.

#### B. — DATES DU SEMIS — CULTURES DIRECTE OU INDIRECTE

Jusqu'en 1955, la culture directe n'était pratiquée de façon sporadique que par quelques cultivateurs de la Beauce.

En culture indirecte, les semis étaient effectués à des dates différentes suivant les régions : dernière décade d'avril dans le Nord et aux environs du 25 juin dans la Beauce ; les producteurs de graines estimaient que le diamètre optimal des plançons lors du repiquage était de 3 à 5 cm (poids : 70-180 g). Les semis étaient généralement faits à 40 kg de graines/ha, les lignes étant espacées de 21 cm.

A l'étranger, on sème généralement à 25 kg de graines/ha, et à un écartement de 0,30 m (FELTZ 1957). Divers essais ont été faits pour déterminer la relation entre la grosseur du planchon et le rendement en graines ; en Allemagne, MADER et DOTZLER (1931) n'ont pas observé de différences de rendement entre des plançons dont les poids variaient de 78 à 338 g ; d'après FISHER (1956), les rendements les plus élevés sont fournis par les plançons de 120 g à 180 g ; le rendement est abaissé de 4 p. 100 avec des plançons de 80-120 g. En Grande-Bretagne la préférence est donnée aux plançons d'un diamètre de 1 à 1,5 cm (HULL, 1952).

L'examen des courbes moyennes de vols (fig. 1) de *M. persicae* et d'*A. fabae* montre que les vols se situent entre la mi-mai et le 20 juillet, avec des maximums aux environs du 20 juin pour *A. fabae* et du 10 juillet pour *M. persicae* ; en septembre et octobre se produisent des vols beaucoup moins importants comprenant des virginipares ailées anholocycliques de *M. persicae*, des sexupares ailés de *M. persicae* et d'*A. fabae*.

C'est la seconde période de vol, comprenant principalement des ailés dont la croissance larvaire s'est faite sur la betterave, qui est la plus dangereuse ; elle s'échelonne généralement depuis la fin de la première décade de juin jusqu'à la mi-juillet ; la troisième période de vol, qui lui fait immédiatement suite, et constituée par les ailés de *M. persicae* provenant principalement de la Pomme de terre, est d'un intérêt très inégal suivant l'importance de la culture de la Pomme de terre ; celle-ci occupe des surfaces très faibles dans la Beauce alors qu'elles sont souvent considérables dans le Nord. Cependant, ces pucerons ne peuvent devenir infectieux qu'à la condition de se poser sur des betteraves-racines ou sur des plançons semés précocement et de s'envoler à nouveau pour parvenir finalement sur des plançons semés plus tardivement.

Il découle de ces remarques que des semis tardifs de plançons, c'est-à-dire réalisés à une date telle que la levée commencerait après la fin de la seconde période

de vol, et si possible de la troisième, seraient beaucoup moins fortement contaminés que des semis plus précoces (BONNEMAISON 1950, 1953). Ces semis tardifs présentent plusieurs inconvénients : la préparation du sol dans la seconde décade de juillet est difficile et la sécheresse, principalement en Beauce, retarde parfois considérablement la levée ; les plançons provenant de ces semis tardifs ont un faible diamètre au moment de l'arrachage et les tissus racinaires peuvent être trop tendres pour supporter l'ensilage ; cet inconvénient pouvait être éliminé par la culture directe.

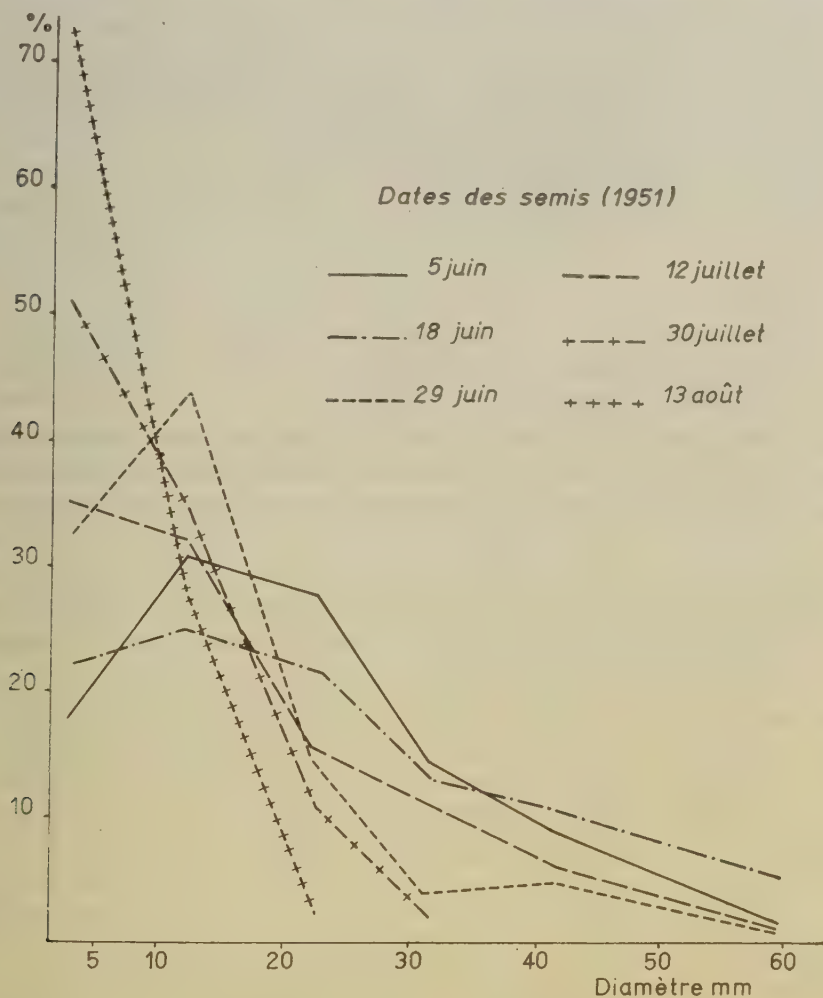


FIG. 9. — Diamètre des racines des plançons, exprimé en pourcentage, en fonction de la date du semis (1951).

Il était donc nécessaire de réaliser des essais sous diverses conditions climatiques c'est-à-dire pendant plusieurs années consécutives afin de déterminer quelles étaient, en moyenne, les dates de semis les plus favorables. Les expériences ont été poursuivies de 1949 à 1960 à Versailles et dans la Beauce ; elles ont été complétées par des relevés réalisés chez divers planteurs de la Beauce, du Nord et de l'Aube.

En 1949, des semis de plançons ont été faits à Versailles le 17 juin et le 2 août ; les betteraves se sont bien développées malgré la sécheresse ; les plantes provenant du semis du 2 août étaient en moyenne un peu plus grosses (diamètre 20-25 mm) que celles semées le 17 juin.



*Essais 1951-1952.*

Des semis échelonnés ont été faits en 1951 dans un terrain pauvre et légèrement ombragé à l'écartement de 21 cm ; le mois de juin a été assez froid et très pluvieux (109 mm) ; par contre, le mois de juillet a été assez sec (34 mm, dont 8,4 mm pour la 3<sup>ème</sup> décade).

En octobre, les nombres moyens de plantes par mètre linéaire étaient les suivants : semis du 5/VI : 33 ; 18/VI : 28 ; 12/VII : 30 ; 30/VII : 36 ; 13/VIII : 36.

Le 17 octobre 1951, il a été arraché 1 ligne sur 3 et il a été mesuré le diamètre des plançons au collet : les notations ont porté sur 3 000 pieds par parcelle ; le graphique n° 9 indique le pourcentage de plançons d'un diamètre inférieur ou égal à 7 mm, de 8-17, 18-27, 28-37, 38-47, 48-70 mm.

Les notations suivantes ont été faites le 5 octobre :

Dates du semis :

5 juin .....	plantes vigoureuses
18 juin .....	— malingres, beaucoup de Cercospora
28 juin .....	—
12 juillet.....	— vigoureuses
30 juillet.....	— un peu moins vigoureuses que précédentes
13 août .....	— hauteur 0,20
3 septembre ...	— 3-4 feuilles

En 1952, une partie des plançons ont été laissés en place (culture directe) et le reste a été repiqué le 14 mars ; il est à noter que le printemps 1952 a été extrêmement sec. Les plançons repiqués se sont développés plus lentement que ceux qui

TABLEAU 3

*Pourcentages de pieds présentant les symptômes de la Jaunisse (J) et de pieds ayant une hampe florale (H).*

Dates des observations		Dates des semis (1951)													
		5 juin		18 juin		29 juin		12 juil.		30 juil.		13 août		4 sept.	
		J	H	J	H	J	H	J	H	J	H	J	H	J	H
Culture directe	24 avril .....	61		70		40		29		13		14		8	
	21 mai .....	63	46	71	73	41	61	30	74	13	77	14	60	8	26
	6 juin .....	65	84	72	84	46	76	30	93	24	81	20	88	10	74
	25 juin .....	67		74		48		32		33		22		12	
Culture indirecte	24 avril .....	58		42		19		7		8		11			
	21 mai .....	59	87	48	78	21	66	8	68	9	55	11	30		
	6 juin .....	62	98	72	92	49	73	23	93	26	80	18	70		
	25 juin .....	70	99	75	97	51	81	29	96	24	88	19	82		

ont été laissés en place et leur rendement en graines a été nettement moins élevé. C'est ainsi que pour les plançons semés le 5 juin et le 13 août, la hauteur moyenne des porte-graines a été la suivante :

	25/3	19/4	3/5	21/5	6/6	25/6
Semis du 5 juin						
Culture directe.....	13 cm	16	20	100	140	170
Planchons repiqués.....		5	11	40	110	145
Semis du 13 août						
Culture directe.....	5	15	20	85	110	145
Planchons repiqués.....		5	11	40	105	140

Les porte-graines les plus vigoureux semés entre le 5 juin 1951 et le 13 août ont commencé à fleurir le 30 mai 1952 pour la culture directe et le 7 juin pour les plantes repiquées ; le 24 juin, les plantes des différents lots en culture directe avaient des graines formées alors que les plantes repiquées étaient seulement au stade de pleine floraison.

Il a été relevé à intervalles réguliers dans les différents lots les pourcentages de pieds présentant les symptômes caractéristiques de la Jaunisse.

J'ai essayé chez divers planteurs de la Beauce des cultures de plançons entre le 20 juin et le 1<sup>er</sup> juillet 1952 ; par suite de la sécheresse, la levée s'est faite de façon très irrégulière ; les graines placées dans une dépression ou au voisinage d'un ruisseau ont levé vers le 15 juillet, et le reste seulement après un fort orage qui a eu lieu le 16 août ; les plants levés en juillet étaient atteints de Jaunisse dans la proportion de 100 p. 100 alors que celles qui ont germé un mois plus tard étaient entièrement vertes ; malheureusement, les racines de ces dernières plantes n'étaient guère plus grosses qu'un crayon.

#### *Essais 1953-1954.*

Ces essais ont été réalisés afin de rechercher l'influence de la date du semis de plantes-abris et de traitements aphicides sur la dissémination de la Jaunisse. L'écartement entre les lignes était de 0,50 m pour tous les lots. Deux parcelles de porte-graines situées à peu de distance assuraient une forte contamination. Les traitements ont été réalisés avec du déméton éthyle à 400 g MA /ha et à 800 l. de bouille /ha le 28 août et le 28 septembre.

Les plançons ont été arrachés à la fin de novembre et placés côte à côte dans un seul silo ; quelques lignes de semis tardifs ont été laissées en culture directe.

Les précipitations ont été normales en mars (32,5 mm), mais très faibles en avril (4,8 mm) et en mai (18,8 mm).

Les plançons ont été repiqués le 11 mars 1954 au voisinage des plançons laissés en culture directe ; ces derniers ont eu une végétation un peu plus rapide que ceux qui furent repiqués ; chaque lot comprenait de 100 à 150 pieds.

La proportion de pieds qui ne sont pas montés à graines a été de 28 p. 100 dans le lot A ; elle a été très faible pour tous les autres lots.

Les pourcentages de porte-graines atteints de Jaunisse ont été les suivants à la date du 26 juillet 1954 :

A. Semis 10/4/1953 — Culture indirecte .....	89
B. — 10/4 avec Lin intercalaire. C. indirecte .....	48
C. — 20/7 — C. indirecte .....	32
D. — 20/7 — traité le 28/8 et le 28/9. C. indirecte .....	26
E. — 5/8 — non traité. C. indirecte .....	31
F. — 5/8 — traité. C. indirecte .....	22
G. — 20/7 — traité. C. directe .....	10
H. — 5/8 — traité. C. directe .....	1,6

Les pourcentages de plantes malades ont été nettement plus bas dans les lots G et H laissés en culture directe que dans les lots D et F. semés respectivement aux mêmes dates mais repiqués : ces différences peuvent être attribuées à des contaminations au moment de l'arrachage, dans le silo ou lors du repiquage.

Les lots G et H ont été beaucoup plus vigoureux que ceux des autres lots et le rendement en graines considérablement plus élevé.

Il est à remarquer que l'hiver 1953-1954 a été très rigoureux avec des minimums de — 13,8° et de longues périodes froides qui ont occasionné le gel des silos de plançons ; bien que les plançons laissés en culture directe n'aient pas été buttés, la proportion de plantes gelées a été seulement de 6 à 10 p. 100 dans les lots semés le 5 août.

### *Essais 1954-1955.*

L'expérience suivante a été faite en vue de :

1° déterminer l'influence de la date de semis sur les pourcentages de montaison et de Jaunisse.

2° comparer la vigueur de plançons semés à des dates échelonnées et laissés en culture directe, ou arrachés au printemps et repiqués aussitôt ou encore ensilés.

Les semis ont été faits le 2 juin, le 25 juin, le 26 juillet et le 3 août avec un écartement de 0,50 m entre les lignes. Les mois de mai et de juin ont été secs et froids, mai : 12,6° et 18,8 mm, juin : 15,5° et 36,7 mm). Le 4 octobre, les plantes issues des semis du 2 et du 25 juin étaient vigoureux et sensiblement identiques ; les nombres moyens de feuilles par plante étaient de 23 pour le semis du 2 juin, de 20 pour celui du 25 juin, de 14 pour celui du 26 juillet et de 12 pour celui de 3 août ; les pourcentages moyens de plantes atteintes de Jaunisse étaient respectivement de 20, 14, 1,5 et 0,7.

Dans chaque lot, une ligne sur 3 a été arrachée à la fin novembre et ensilée ; une seconde ligne a été arrachée le 28 mars 1954 et repiquée aussitôt, en même temps que les plançons ensilés, dans une parcelle mitoyenne avec celle ensemencée en 1954 ; enfin, la 3<sup>ème</sup> ligne a été laissée en place en culture directe ; l'essai comprenait donc désormais au total 12 lots avec 3 séries pour chaque date de semis : chaque lot comprenait 95 à 102 pieds.

TABLEAU 4

*Influence de la date de semis et du mode de culture-1954-1955.*

Lots	Dates semis	Mode de culture	Date pleine floraison	% Mont	H	% Jaunisse
A	2/6	Culture directe	24/6	97	105	100
B	—	Arraché le 28/3 et repiqué	24/6	78	87	66
C	—	Ensilé	27/6	66	45	47
D	25/6	Culture directe	24/6	97	103	61
E	—	Arraché le 28/3 et repiqué	24/6	65	77	42
F	—	Ensilé	27/6	41	35	27
G	26/7	Culture directe	24/6	96	100	45
H	—	Arraché le 28/3 et repiqué	24/6	89	80	39
I	—	Ensilé	27/6	52	42	31
J	3/8	Culture directe	26/6	95	98	28
K	—	Arraché le 28/3 et repiqué	29/6	87	76	22
L	—	Ensilé	2/7	42	31	16

Le tableau ci-dessus indique la date de pleine floraison, le pourcentage de montaisons et la hauteur moyenne des inflorescences (il n'a pas été fait d'écimage) à la date du 3 juin, le pourcentage de plantes présentant des symptômes de Jaunisse à la date du 29 juin



Les plançons repiqués le 28 mars ont souffert de la sécheresse ; les plantes les plus vigoureuses étaient celles des lots en culture directe, principalement celles du lot A, puis celles des lots arrachés et repiqués aussitôt. Les pourcentages de plantes présentant des symptômes de Jaunisse à la date du 29 juin étaient d'autant plus faibles que le semis était plus tardif : pour chaque date de semis, ils se sont manifestés plus tôt dans les parcelles en culture directe que dans les lots arrachés et repiqués aussitôt et surtout que dans les lots ensilés : ce fait est simplement dû à une croissance plus rapide : en fin de végétation, les pourcentages des plantes malades étaient sensiblement identiques pour les trois lots semés à la même date.

Une petite parcelle de  $8 \times 2$  m située dans un sol frais mais n'ayant pas reçu de fumure depuis deux ans et ensemencée le 6 août 1954 a eu une végétation remarquable : bien qu'il ne fut pas effectué de pincement, les pieds produisirent plusieurs tiges (fig. 10) et le rendement en graines grossièrement nettoyées a été de 63 quintaux/ha.



FIG. 10. — Porte-graines ensemencés le 6 août 1954 et laissés en culture directe ; le piquet a une hauteur de 1 m Versailles, 27 juin 1955.

Ce rendement extrêmement élevé est dû pour une part à l'effet de bordure.

#### *Essais 1955-1956.*

L'expérience suivante a été faite sur un champ de 150 ares ; elle avait pour objectif de déterminer l'influence sur le pourcentage de plantes malades et le rendement : de la date du semis, de l'écartement des lignes des plançons, des traitements aphicides et des plantes-abris.

Les vents dominants soufflant de l'ouest et le champ, de forme rectangulaire, étant orienté nord-sud, il a été repiqué le 29 mars 1955 deux lignes de plançons sur le côté ouest du champ afin d'assurer une forte contamination du champ par les pucerons et la Jaunisse.

L'essai comprenait 12 lots :

- A. — Témoin — Semis le 4 mai à 30 kg graines par ha et à l'écartement de 0,30 m.
- B. — Semis comme précédemment mais avec un semis, le 25 avril, d'une ligne intercalaire d'Orge (120 kg/ha).
- C. — Semis comme A avec semis le 25 avril d'une ligne intercalaire de Lin (35 kg/ha).
- D. — Semis de betteraves le 25 juin à l'écartement de 0,20 m.
- E. — Semis de betteraves le 25 juillet à l'écartement de 0,20 m.
- F. — Semis de betteraves le 5 août à l'écartement de 0,20 m.
- G. — Semis de betteraves le 25 juin — Traitements avec le déméton éthyle à 400 g MA/ha le 16 septembre et le 5 octobre : une forte pluie est tombée quelques heures après le deuxième traitement.
- H. — Semis le 25 juillet et traitement le 16 septembre et le 5 octobre.
- I. — Semis le 5 août et traitement le 16 septembre et le 5 octobre.
- J. — Semis le 25 juin à l'écartement de 0,35 m.
- K. — Semis le 25 juillet à l'écartement de 0,35 m.
- L. — Semis le 5 août à l'écartement de 0,35 m.

Les porte-graines ont été fortement infestés par les pucerons à partir du 25 juin. A la date du 22 juillet, le lot A était vigoureux et un peu trop dense mais une proportion élevée de plantes présentaient des symptômes de Jaunisse. Dans le lot B, l'Orge avait une hauteur de 0,60 m ; elle n'avait pas tallé ni versé bien qu'il y ait eu de violents orages et le feuillage était encore bien vert : il y avait très peu de pucerons sur les betteraves mais celles-ci ne présentaient que 4 à 6 feuilles.

Dans la parcelle C, le Lin avait une hauteur de 0,60 m ; il avait très peu versé et était mûr ; les betteraves avaient de 8 à 16 feuilles. Les lots semés le 25 juin avaient de 4 à 6 feuilles. Les plantes-abris n'ont été récoltées que le 23 août à la motofaucheuse. A la date du 3 septembre, le nombre moyen des feuilles des plantes était le suivant : lot A : 20, B : 6 à 8, C : 14 à 18, D, G et J : 18, E, H et K : 10-12, F, I et L, 6-8.

Le 17 novembre, il a été arraché 2 lignes sur 3 des plançons des différents lots, la 3<sup>e</sup> ligne étant laissée en place ; les pieds des lots semés le 20 août n'avaient qu'un diamètre de 8-10 mm : les plançons arrachés ont été ensilés.

L'hiver 1955-1956 fut extrêmement rigoureux : temp. moyenne de février 1956 ; — 3,91 avec 12 journées où la température fut inférieure à — 10° ; le minimum fut de — 14,8°.

Un grand nombre de silos de plançons de la Beauce furent complètement ou partiellement gelés.

Les plançons laissés en culture directe dans le champ d'essai et qui avaient été légèrement buttés furent presque complètement gelés à l'exception de ceux du lot B (semis sous orge).

Il ne put être utilisé qu'une partie des plançons qui furent transportés par camions et repiqués dans un champ d'une superficie de 2,80/ha aux environs de Dreux. A la date du 29 juin, les porte-graines les plus vigoureux étaient ceux des lots A, C et H ; les lots semés le 25 juin 1955 étaient généralement malingres ; ceux qui avaient été semés le 5 août présentaient 15 à 20 p. 100 de pieds manquants ou qui n'avaient pas monté.

Les pourcentages de pieds présentant des symptômes de Jaunisse étaient faibles pour tous les lots mais les pourcentages de plantes atteintes de Mosaïque étaient de

90-100 p. 100 pour les lots A, D et J, de 70-80 p. 100 pour les lots G, E et K, de 40-50 p. 100 pour les lots F et L, de 20-30 p. 100 pour les lots C, H et I.

Le rendement des lots rapporté à 100 pour le lot D (rendement : 1 736 kg de graines non nettoyées à l'ha) est indiqué dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 5

*Rendement des porte-graines, 1956, Beauce.*

Lots	Caractéristique des lots		Rendement
A .....	Semis	4 mai ; $e = 0,30$ m, sans plante-abri	126
C .....	—	— sous Lin	140
D .....	—	25 juin ; $e = 0,20$ , non traité	100
E .....	—	25 juillet ; $d^0$ , $d^0$	103
F .....	—	5 août ; $d^0$ , $d^0$	97
G .....	—	25 juin ; $d^0$ , traité déméton 16/8 et 5/10	140
H .....	—	25 juillet ; $d^0$ , $d^0$	142
I .....	—	5 août ; $d^0$ , $d^0$	112
J .....	—	25 juin ; $e = 0,35$ , non traité	101
K .....	—	25 juillet ; $d^0$ , $d^0$	95
L .....	—	5 août ; $d^0$ , $d^0$	90

Cette expérience n'est pas très démonstrative puisque le pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse a été inférieur à 20 p. 100 pour tous les lots. Les betteraves semées le 4 mai ont donné des rendements élevés : les porte-graines étaient vigoureux et très peu de plantes ne sont pas montées ; les pourcentages de plants qui n'ont pas produit de graines ou qui sont morts peu après le repiquage ont été assez importants dans les lots semés le 25 juin, le 25 juillet et surtout le 5 août.

Quelle que soit la date du semis, les lots semés à un écartement de 0,20 m ont donné un meilleur rendement que ceux semés à 0,35 m (Rendement moyen 99 contre 95).

Les résultats les plus intéressants ont été fournis par le traitement au déméton ; l'augmentation de rendement a été de 40 p. 100 pour le lot semé le 25 juin, de 42 p. 100 pour le lot semé le 25 juillet et de 16 p. 100 pour le lot semé le 5 août.

Un producteur beauceron a planté côte à côte des plançons semés le 23 juin 1955 et le 1<sup>er</sup> août dans son exploitation ainsi que des plançons semés le 1<sup>er</sup> juillet dans le Perche. Les plançons des trois lots ont été arrachés et ensilés ; le froid a détruit 35 à 70 p. 100 des plançons ; les rendements en graines ont été :

Plant de Beauce, semis du 23/6 : 900 kg ;

Plant de Beauce, semis du 1/8 : 1700 kg ;

Plant du Perche, semis du 1/7 : 1200 kg ;

#### *Essais 1956-1957.*

Les expériences poursuivies en 1956-57 ont été faites en deux endroits : elles avaient pour but d'étudier l'influence, sur la dissémination de la Jaunisse : de la date du semis, de l'écartement des lignes et des traitements au déméton.

*Essai n° 1.* — Les semis ont été faits le 27 mars et le 4 juin 1956 aux écartements de 0,25 et de 0,50 m ; les traitements ont été faits avec du déméton-éthyle à la dose de 200 g MA/ha dilué dans 600 l d'eau/ha. L'essai comprenait les 6 lots suivants avec 3 répétitions ; la superficie de chaque parcelle n'était que de 10 m<sup>2</sup>.



- A. — Semis 27 mars,  $e = 0,25$ , non traité ;  
 B. — Semis 27 mars,  $e = 0,50$ , non traité ;  
 C. — Semis 27 mars,  $e = 0,50$ , traité le 5/7, 26/7, 10/8, 25/8 et 5/9. ;  
 D. — Semis 4 juin,  $e = 0,25$ , non traité ;  
 E. — Semis 4 juin,  $e = 0,50$ , non traité  
 F. — Semis 4 juin,  $e = 0,50$ , traité comme C.

Le démariage a été fait le 2 juin pour les parcelles A, B et C, le 19 juillet pour les parcelles D, E et F, à un écartement sur la ligne de 0,17 m.

Il n'a été trouvé des *M. persicae* qu'à la fin de juillet ; les *A. fabae* ont été assez nombreux dès le 28 juin ; le tableau ci-dessous indique le nombre de colonies d'*A. fabae* ou d'aptères de *M. persicae* rapportés à 100 pieds et le pourcentage de Jaunisse.

TABLEAU 6

*Influence de la date du semis, de l'écartement des lignes et des traitements aphicides — 1956.*

Dates des observations	% pucerons ou de Jaunisse	A	B	C	D	E	F
5 juin .....	<i>A. fabae</i>	3	8	8	—	—	—
28 juin .....	d°	28	48	41	32	26	33
23 juillet.....	d°	0	0	0	12	11	0
30 juillet.....	d°	1,1	1,7	0	4	7	0
30 juillet.....	<i>M. persicae</i>	0,6	0,8	0	1,0	0,9	0
14 août.....	d°	0,6	0,8	0	1,3	1,4	0
5 juillet.....	<i>Jaunisse</i>	6	17	12	—	—	—
23 juillet.....	d°	24	59	53	10	19	16
14 août.....	d°	97	100	100	99	100	100

Les *A. fabae* ont été moins nombreux dans les parcelles A et D semées à un écartement de 0,25 m que dans celles semées à l'écartement de 0,50 m. Bien que les *M. persicae* aient été rares et soient apparus tardivement, les différents lots ont présenté finalement un pourcentage de 100 p. 100 de Jaunisse : ceci montre que dans la région parisienne, *A. fabae* est un vecteur actif de la Jaunisse.

Les traitements au déméton ont supprimé totalement la population aphidienne mais ils n'ont pas diminué de façon significative le pourcentage de Jaunisse : il est à remarquer qu'ils ont été appliqués très tardivement.

*Essai n° 2.* — En parallèle avec l'expérience précédente, un essai à été fait dans un champ d'une superficie de 90 ares divisé en 12 parcelles égales présentant les caractéristiques suivantes :

- A et G. — Semis 25 juin 1956 à un écartement de 0,22 m ;  
 B et H. — Semis 25 juin 1956 à un écartement de 0,35 m ;  
 C et I. — Semis 25 juillet 1956 à un écartement de 0,22 m ;  
 D et J. — Semis 25 juillet 1956 à un écartement de 0,35 m ;  
 E et K. — Semis 20 août 1956 à un écartement de 0,22 m ;  
 F et L. — Semis 20 août 1956 à un écartement de 0,35 m.

Les parcelles G à L ont été traitées avec du déméton éthyle à 200 g MA/ha dilués dans 600 l d'eau/ha à 3 reprises : le 25 août, le 17 septembre et le 5 octobre.

En novembre, il a été arraché 2 lignes sur 3 pour les parcelles semées à un écartement de 0,22 m et 1 ligne sur 3 pour celles semées à un écartement de 0,35 m ; faute de main d'œuvre, ces plançons n'ont pu être repiqués au printemps suivant.

Les fondatrices adultes d'*A. fabae* et de *M. persicae* n'ont été observées qu'à partir du 25 avril 1956 mais il y a eu dans le courant du mois de juin une forte pullulation d'*A. fabae* sur les betteraves et surtout sur les féveroles.

Le champ a été examiné à intervalles réguliers ; à la fin du mois d'octobre, les différences les plus marquées étaient les suivantes :

*Semis du 25 juin* : forte densité foliaire ; diamètre des plançons : 15-50 mm, moyenne 25 mm. Environ 80 p. 100 de Jaunisse dans les parcelles B et H, et 70 p. 100 dans les parcelles A et G ; il n'a pas été observé de différences dans les parcelles traitées ou non au démeton.

*Semis du 25 juillet* : très forte densité foliaire, le semis ayant été un peu trop dense ; diamètre des plançons : 8-30 mm, moyenne 15 mm. Environ 2 p. 100 de Jaunisse dans les 4 parcelles.

*Semis du 20 août* : plantes très petites ; diamètre des plançons : 6-12 mm.

Les plançons ont été laissés en place ; un petit nombre de plançons de chaque catégorie ont été repiqués à la fin du mois d'octobre. Au printemps de l'année suivante, le champ était très sale ; un binage et un démariage sommaires n'ont pu être faits qu'à la fin du mois de mai.

Les remarques ci-dessous résument les observations faites sur les porte-graines en 1957 :

- Lot A. — Plantes malingres ; 91 p. 100 de Jaunisse forte.
- B. — Plantes plus souffreteuses que A ; 100 p. 100 de Jaunisse forte.
- C. — Assez vigoureux, supérieur au lot D ; 16 p. 100 de Jaunisse.
- D. — Peu vigoureux ; 27 p. 100 de Jaunisse.
- E. — Assez vigoureux, montaison légèrement retardée ; 10 p. 100 de Jaunisse.
- F. — Assez vigoureux, montaison légèrement retardée ; 12 p. 100 de Jaunisse.
- G. — Irrégulier, mais bonne végétation en moyenne ; 55 p. 100 de Jaunisse faible.
- H. — Végétation très inférieure à G ; 78 p. 100 de Jaunisse assez forte.
- I. — Vigoureux ; 13 p. 100 de Jaunisse faible.
- J. — Vigoureux ; 21 p. 100 de Jaunisse faible.
- K. — Très vigoureux, montaison normale ; 5 p. 100 de Jaunisse faible.
- L. — Un peu moins vigoureux que K, montaison normale ; 8 p. 100 de Jaunisse faible.

Les remarques suivantes peuvent être déduites de ces expériences :

1° Le pourcentage de Jaunisse est d'autant plus faible que le semis est plus tardif. Il n'a pas été possible de déterminer le rendement en graines mais celui des lots K et L a été très supérieur à celui des autres lots et au moins 2 fois plus élevé que celui des lots A ou B.

2° Le pourcentage de Jaunisse est nettement plus faible dans les parcelles semées à un écartement de 0,22 m qu'à celui de 0,35 m.

3° Les traitements au démeton ont nettement amélioré la végétation et diminué le pourcentage de Jaunisse quelle que soit la date du semis.

*Avantages et inconvénients de la culture indirecte et directe.*

*Culture indirecte.* — La culture indirecte présente les avantages et inconvénients suivants :

1° 1 ha de plançons est ensemencé généralement avec 35-40 kg/ha de graines d'élite ; il permet de planter 8 ha de porte-graines et parfois 10 à 12 ha de sorte que 1 ha de porte-graines est obtenu avec 4 kg de graines d'élite en moyenne.

2° L'ensilage est une opération délicate ; on doit veiller à ce que la température intérieure du silo ne dépasse pas 5° ; il peut se produire l'échauffement ou le gel des silos ; si l'arrachage des plançons a été fait dans de mauvaises conditions, une partie des plançons peut pourrir. A ce titre, la conservation des plançons dans des locaux ventilés constitue une amélioration notable mais elle est onéreuse.

3° Les plançons étant ensilés avec les feuilles, il peut y avoir une contamination des silos par *M. tulipaella* ou *M. persicae*.

4° Il est possible, lors de la plantation, d'effectuer un triage des plançons et d'éliminer les pieds aberrants ; la valeur de ce triage varie beaucoup suivant la conscience professionnelle de l'opérateur ; c'est une opération longue et assez coûteuse, notamment lorsque les plançons récoltés par temps humide sont recouverts de terre ; elle peut être facilitée par l'emploi d'une machine à nettoyer les plançons ou d'une trieuse de Pomme de terre (BERNUTH 1956, SCHILDBERG 1956).

5° Si les racines sont longues, il est nécessaire de les raccourcir à l'aide d'un couteau.

6° La plantation des plançons exige un personnel important et est souvent contrariée par des conditions climatiques défavorables ; la plantation mécanique est intéressante pour les grosses exploitations.

D'après les résultats des expériences mentionnées précédemment, et les observations faites chez les producteurs de porte-graines, il peut être déduit les recommandations suivantes :

1° Dates de semis. En tenant compte des périodes de vol des pucerons-vecteurs les semis seront effectués soit :

a) précocement (1 au 15 mai), à la condition de semer sous une plante-abri (voir p. 203).

b) tardivement, après la fin de la seconde période de vol. La détermination de la date du semis est liée aux conditions climatiques moyennes des mois de juillet et août, à la nature du sol, au précédent cultural, à la nécessité d'obtenir, lors de la récolte, des plançons suffisamment gros et aux tissus résistants supportant bien l'arrachage et l'ensilage.

Pour la Beauce, où le mois de juillet et le début d'août sont souvent très secs, la date optimum du semis se situe entre le 25 juillet et le 1<sup>er</sup> août. Il est indispensable que la terre soit très bien préparée. Ces dates de semences permettent d'envisager, dans des cas exceptionnels, le semis après une culture à maturité précoce (Pois, Féverole, Escourgeon hâtif, Pomme de terre précoce, à la condition que le sol soit suffisamment humide et profond.

2° Ecartement des lignes et quantité de graines à l'ha : nous avons vu qu'un écartement de 20-21 cm est préférable à celui de 0,30 ou 0,35 m ; afin que les plantules atteignent une taille satisfaisante à l'automne il est préférable de semer assez clair ce qui évite ou réduit les opérations d'éclaircissage et assure une meilleure alimentation en eau : la quantité optimale de graines/ha semble être de 20-25 kg.



3° Les plançons sont généralement arrachés en novembre ; si une sécheresse exceptionnelle a entravé la croissance des plançons il peut être envisagé le maintien des plançons en terre, leur arrachage et leur plantation immédiate en mars et, de préférence, au début de ce mois ; nous avons vu p. 188 que le pourcentage de montaison et la hauteur des porte-graines traités de cette façon avaient été plus élevés que ceux des plançons ensilés et repiqués à la même date ; la reprise de végétation est également beaucoup plus rapide et l'on évite l'ensilage. L'inconvénient de cette technique est, comme pour la culture directe, que les plançons ainsi laissés en terre peuvent être détruits par les froids très rigoureux.

4° Le semis tardif diminue fortement les risques d'infection par la Jaunisse mais ne les supprime pas complètement. En raison de la valeur élevée de la culture, il est très recommandable d'effectuer 2 à 3 traitements avec des aphicides endothérapiques ayant une grande persistance d'action et appliqués à 20-25 jours d'intervalle.

Les pulvérisations aphicides présentent les inconvénients mentionnés pour la protection des betteraves-racines. L'enrobage des graines avec des produits endothérapiques est, en l'occurrence particulièrement intéressant ; il assure une très bonne protection dès la levée, c'est-à-dire à une période où la contamination est parfois importante. La durée de la protection étant à ce moment d'environ 4 semaines, il sera nécessaire d'appliquer une pulvérisation avec un endothérapique 4 semaines après la levée, soit au début du mois de septembre, et éventuellement un second au début d'octobre afin d'éviter les infestations très tardives et le développement des pucerons pendant la période hivernale. Une autre pulvérisation pourra être faite vers la mi-mai à 400-600 l/ha lorsque la surface foliaire des porte-graines sera suffisamment importante.

*Culture directe.* — 1° Un des principaux inconvénients de la culture directe est qu'elle nécessite une plus grande quantité de graines d'élite que la culture indirecte. D'après l'enquête faite par FELTZ (1957) auprès des groupements de producteurs de graines de betteraves, la dose de graines couramment utilisée par ha est de 12 à 20 kg, les plantes étant écartées en moyenne de 0,50 m entre les lignes et de 3 à 5 cm sur la ligne ; il faut donc en moyenne 4 fois plus de graines d'élite pour la culture directe que pour la culture indirecte.

Les plançons de betteraves étant généralement repiqués à un écartement de 60 × 60 cm, on comprend assez difficilement les raisons qui incitent les producteurs de graines en culture directe à semer de façon aussi dense sur la ligne.

Deux planteurs, MM. DEPELCHIN, à Chatenay-en-Beauce, et M. L. GILBERT, à Garancière-en-Beauce n'ont semé en culture directe que 4 à 5 kg de graines par ha à l'aide d'un semoir à cuillers ; l'écartement entre les lignes a été de 0,50 m et il a été effectué un dégarnissage à la main de manière à ne laisser qu'un pied tous les 0,50 m à 0,60 m ; les semis ont été faits tardivement (entre la fin août et le 20 septembre, et même au début d'octobre 1959 dans un champ qui a été arrosé ; les rendements ont atteint, entre 1957 et 1960, 2 100 et 2 500 kg/ha.

Il semble qu'il serait avantageux de porter l'écartement à 0,70-0,85 m entre les lignes et à 0,50 m sur la ligne ce qui abaisserait la quantité de graines à 3,500 kg par ha, réduirait le nombre de hl/ha des traitements aphicides et faciliterait l'exécution des façons superficielles.

En opérant de cette façon, la quantité de graines d'élite à utiliser par ha de porte-graines est identique et même inférieure à celle qui est employée en culture indirecte ; il suffit de 1 200 à 1 500 kg de graines segmentées pour ensemer 1 ha.

2° Les gelées détruisent un pourcentage variable de plançons qui peut atteindre 100 p. 100. Il est indéniable que les froids rigoureux détruisent une proportion élevée de plançons ; l'action du froid est d'ailleurs très irrégulière suivant l'état physiologique du plançon, la richesse et la nature du sol, l'importance du buttage, les conditions climatiques précédant le gel ; les plantes ayant 6 à 10 feuilles pendant l'hiver sont généralement moins sensibles que les betteraves plus âgées.

Les plançons semés tardivement (fin septembre) sont en général plus sensibles au froid ; dans les régions à climat semi-continental ou dans les champs situés dans des zones froides, il est préférable de semer assez tôt.

Dans les terres ayant une forte teneur en azote, il semble que les plantes soient plus sensibles, leur croissance relativement rapide ayant pour conséquence la formation de tissus racinaires tendres.

La nature du sol intervient non seulement pour la croissance mais aussi lors du buttage. J'ai examiné à la fin de l'hiver 1959-1960 deux parcelles éloignées de quelques centaines de mètres et ensemencées le 19 septembre ; l'une dans une terre à éléments fins, l'autre dans une terre caillouteuse ; les deux parcelles ont été buttées à une hauteur de 0,10 m ; les plantes de la première parcelle ont été complètement étouffées alors que celles de la seconde, qui n'avaient le 29 mars que 4 à 8 feuilles et un diamètre au collet de 7-12 mm, ont donné un rendement de 2 500 kg de graines.

Les plançons semés le 20 juillet et le 5-6 août 1953 et qui n'avaient pas été buttés n'ont été détruits que dans la proportion de 6 à 10 p. 100, bien que l'hiver ait été très rigoureux (minimum —13,8, temp. moy. de janvier : 0,88, de février : 1,43) ; durant le même hiver, les plançons semés à Grignon à la fin du mois d'août et légèrement buttés ont été détruits dans la proportion de 15 p. 100 par un froid de —16° (PEQUIGNOT, 1954).

A la condition de prendre certaines précautions, les risques de gel de plançons laissés dans le sol sont donc très faibles pour les cultures du Nord et de la Beauce.

3° La production de variétés polyploïdes en culture directe présente certaines difficultés. M. DESPREZ (communication verbale) craint qu'il ne se produise entre la floraison des betteraves diploïdes ou tétraploïdes un décalage qui serait plus accusé par la culture directe que par la méthode indirecte. Les graines de tétraploïdes sont plus grosses que celles des diploïdes, les poids de 1 000 graines étant respectivement de 25 et de 14,15 g.

Par la segmentation, il semble qu'il serait possible d'homogénéiser les dimensions des graines diploïdes et tétraploïdes bien que les graines tétraploïdes se fragmentent irrégulièrement. Le problème du décalage de la floraison des variétés diploïdes et tétraploïdes en fonction de la date du semis, du mode de culture et de l'influence de la jarovisation est à étudier sous diverses conditions climatiques hivernales.

4° La culture directe courante est fréquemment envahie par les mauvaises herbes et plus spécialement du Vulpin. Cet inconvénient peut être atténué et même supprimé de diverses manières. Le semis doit être fait dans une terre propre ; s'il fait suite à une culture salissante telle qu'une Céréale, on s'efforcera de labourer le plus rapidement possible après la récolte et d'effectuer plusieurs façons superficielles afin de détruire la végétation adventice. Nous disposons actuellement de désherbants efficaces tels que le T. C. A. (acide trichloroacétique) à la dose de 8 kg de produit dilué dans 800 l d'eau ; d'autres substances, actuellement à l'étude, sont plus actives que le T. C. A. et moins phytotoxiques. Enfin, la culture directe avec des semis à large écar-



tement permet d'effectuer des façons mécaniques de la même manière que pour les betteraves-racines.

5° La détermination de la date du semis est moins délicate que celle des semis tardifs de la culture indirecte ; elle peut se faire depuis le début d'août jusqu'à la fin de septembre, l'optimum pour la Beauce se situant en moyenne aux environs du 10-15 août. Il n'y a donc pas de grandes difficultés pour réaliser le semis à la suite d'une culture à maturité précoce à la condition de labourer aussitôt après la récolte et d'effectuer ensuite des façons superficielles.

6° Il est également reproché à la culture directe de produire des glomérules plus petits et ayant une énergie germinative plus faible que les glomérules obtenus par la culture indirecte. Des essais réalisés à Grignon par PEQUIGNOT (1954) à des écartements, entre les lignes, de 0,45 à 0,67 m ont montré qu'il était obtenu en moyenne 35 p. 100 de glomérules d'un calibre supérieur à 4 mm, 52 p. 100 d'un diamètre de 2,5 à 4 mm et 13 p. 100 d'un calibre inférieur à 2,5 mm. Par ailleurs, l'intérêt de l'obtention des glomérules de grosse taille me paraît des plus discutable.

Dans les essais de PEQUIGNOT, les pourcentages de graines germées le 7<sup>ème</sup> jour ont été, pour la culture indirecte de 90 p. 100, et pour la culture directe de 80 p. 100 pour les petits glomérules, de 90 p. 100 pour les moyens, de 100 p. 100 pour les gros ; dans les essais de culture directe que j'ai réalisés en 1953-1954 (semis 6 août 1953), le poids de 1 000 graines était de 18,15 g et le pourcentage de germination de 87 p. 100.

7° La culture directe favoriserait la montée à graines des betteraves-racines ; cela n'a en fait été jamais démontré et les observations de PEQUIGNOT poursuivies pendant 3 ans n'ont pas confirmé cette assertion.

Les graines que j'ai obtenues en culture directe en 1955 n'ont pas donné en 1956 un pourcentage plus élevé de montée à graines que celles de la même variété provenant de la culture indirecte.

D'autres auteurs signalent que la culture directe poursuivie pendant plusieurs générations consécutives diminuerait la faculté de montaison des plantes cultivées en vue de la production de la graine. Ainsi que le mentionne FELTZ, cette remarque est vraisemblable pour les cultures faites dans des régions aux hivers doux ; elle semble peu fondée pour le Nord ou la Beauce et la production des graines d'élite réalisée par la méthode indirecte permet de parer à cet éventuel inconvénient.

8° Les fumures azotées favorisent un important développement foliaire et sont préjudiciables au rendement en graines ; à ce titre, les précédents culturaux recevant une forte fumure azotée (Colza, Pomme de terre) sont peu recommandables.

9° La culture directe présente l'avantage d'exiger une main d'œuvre et des façons culturales réduites. Il est essentiel que la terre soit très bien préparée ; en période de sécheresse, le sol devra être fortement roulé après le semis. Dès la fin de l'hiver, on effectuera des hersages croisés afin de débiter, de nettoyer le sol et d'arracher les plançons les plus faibles ; il sera ensuite fait un dégarnissage à la main afin de ne laisser qu'un pied tous les 0,50 m pour un écartement des lignes de 0,70 à 0,85 m.

10° Les porte-graines provenant de plançons en culture directe donnent des tiges de grande taille avec très peu de ramifications secondaires. Cela est dû pour une large part à leur trop forte densité de plantation. Cet inconvénient est fortement atténué si l'on réduit la densité ainsi que cela a été préconisé précédemment.



De toute manière, il est nécessaire d'écimer afin de favoriser la production des ramifications secondaires. En culture indirecte, les tiges principales sont généralement sectionnées avec une faucheuse ou une faucille lorsqu'elles ont une hauteur de 0,30 m ; la même opération doit être faite pour la culture directe. M. GILBERT fait traîner sur le champ un bandage métallique de tombereau qui meurtrit le sommet du collet.

11° Le semis étant très tardif, les risques d'infection sont considérablement réduits ; cependant, il est recommandable d'appliquer 2 ou 3 pulvérisations avec des produits endotherapiques ou, de préférence, d'enrober des semences avec un produit endotherapique et d'effectuer une pulvérisation à base d'un produit endotherapique aux environs du 25 septembre. Au printemps suivant, une pulvérisation, également à base d'aphicide endotherapique, sera réalisée au cours de la première quinzaine de mai ; les porte-graines en culture directe ayant un feuillage plus développé que les plançons repiqués retiendront une plus grande quantité d'endotherapique que ces derniers : ils peuvent donc être traités plus tôt que ceux-ci ce qui réduit les risques, de contamination précoce ; ils sont mieux protégés et pendant une plus longue période.

Les betteraves sucrières sont beaucoup plus résistantes au froid que les betteraves fourragères ; la culture directe ne peut être envisagée pour celles-ci que dans les régions où l'hiver est peu rigoureux.

### C. — EMPLOI DE PLANTES-ÉCRANS

Les essais mentionnés ci-dessous ne présentent plus qu'un intérêt secondaire en ce qui concerne la Betterave. Cependant, cette technique pouvant être intéressante pour la protection de plantes ayant une grande valeur commerciale (plantes florales) ou susceptibles à des virus transmis par la semence (Pomme de terre, Fraisier, Haricot, Laitue, Dahlia) ; j'indique ci-dessous les principales observations qui ont été faites sur cette technique.

Les aphides ailés arrivant à une date relativement tardive sur les plantes à protéger, on peut envisager la constitution d'écrans qui empêcheront les Insectes de parvenir sur les plançons ; il est indispensable que ces écrans soient disposés perpendiculairement aux vents dominants. Les écrans constitués par des claies de roseaux ou de paille sont onéreux et leur emploi ne peut être envisagé que dans des cas très particuliers ; il est préférable d'avoir recours à des haies d'arbustes à feuillage dense qui ont également un rôle de « coupe-vent » ou à des plantes annuelles à grand développement.

HANSEN (1950) a utilisé des écrans constitués avec diverses plantes (*Cannabis sativa* et *gigantea*, *Avena sativa*, *Fagopyrum esculentum*, *Vicia faba*, *Sinapis alba*, *Brassica oleracea*, *Lupinus angustifolius* ; les parcelles de betteraves avaient une largeur de 7 m ; il n'a pas été constaté de diminution du pourcentage de Jaunisse mais il a été obtenu d'assez bons résultats avec les porte-graines.

Les plantes-écrans doivent remplir les conditions suivantes :

1° ne pas permettre le développement des pucerons-vecteurs ni des Insectes nuisibles à la plante à protéger.

2° avoir une croissance rapide au début du printemps ce qui conduit à des semis précoces de plantes résistantes à la gelée.

3° avoir un feuillage dense jusqu'à la fin du mois de septembre en ce qui concerne les betteraves.

4° être d'une taille élevée au moment de la deuxième période de vol d'*Aphis fabae* (début de juin à la mi-juillet) et de *M. persicae* (fin mai à mi-juillet) ; la largeur de la bande protégée sera d'autant plus importante que la hauteur de l'écran sera plus grande (BONNEMAISON, 1950).

Il a été fait à Versailles en 1949, 1950 et 1951 des recherches sur différentes espèces et variétés de plantes afin de déterminer les plantes qui répondaient le mieux aux conditions énumérées ci-dessous.

En 1950, les plantes-écrans ont été semées le 14 avril par groupe de 3 lignes entourant des betteraves-racines ; il est indiqué ci-dessous le résumé des observations faites au cours de l'année.

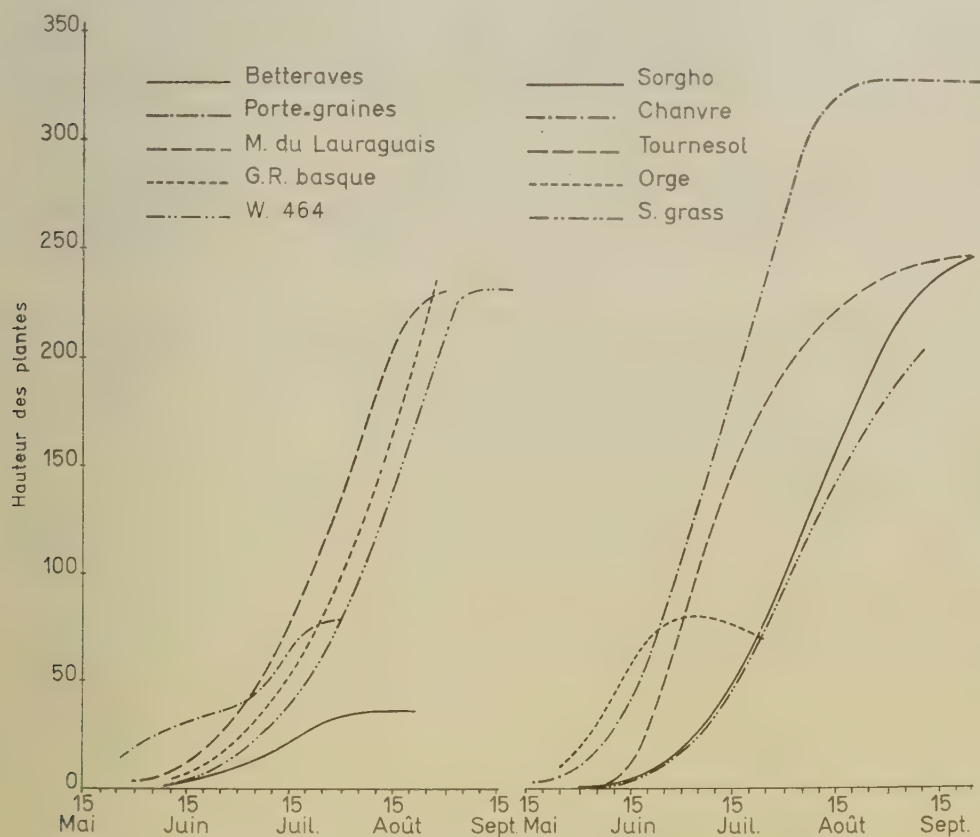


FIG. 11. — Croissance de diverses plantes-écrans, de plançons et de porte-graines.

— Orge (var. Freja et Isaria) et Moha : feuillage assez dense mais hauteur très insuffisante.

— Sudan-Grass (var. Ec. de Montpellier) : début de croissance trop lent ; feuillage assez dense sur une hauteur de 0,80 m ; hauteur le 5/9 : 1,60 m.

— Sorgho (var. Black Amber, menu, sucré de Montpellier, Drôme) : le plus intéressant a été le S. menu ; début de croissance lent ; hauteur : 0,23 m le 22 juin, 1,20 m le 17 juillet, 1,70 m le 16 août, 1,90 m le 5 septembre : il constitue un bon écran à partir de la mi-juillet.

— Maïs (U 32, W 26, W 240, W 464, Millette du Lauragais) : feuillage dense mais tardif ; la hauteur maximum utile de W 26, W 240 a été de 1,65 m ; les autres

variétés mesuraient en moyenne le 15 mai : 11 cm, le 22 juin : 0,45 m, le 5 août : 1,80 m, le 16 août : 2,00 m.

— Chanvre : croissance rapide mais début de chute des feuilles inférieures à la mi-août : hauteur : 15 mai : 0,10 m, 22 juin : 1,40 m, 17 juillet : 2,30 m, 16 août : 2,70 m, 5 septembre : 2,50 m.

— Tournesol : mêmes observations que pour le Chanvre ; hauteur : 15 mai : 0,04 m, 22 juin : 1,00 ; 17 juillet : 1,80 m ; 5 août : 2,00 m ; 16 août : 1,70 m, 5 septembre : 1,60 m.

— Seigle d'hiver (semis 5 octobre 1949) : feuillage assez dense au printemps : hauteur : 5 mai : 1,00 m, 15 mai : 1,20 m, 22 juin : 1,50 m.

Une nouvelle expérience a été faite en 1951 ; toutes les plantes ont été semées le 26 avril : il a été utilisé les Maïs var. Millette du Lauraguais, Grand Roux basque et W. 464, le Sorgho menu et le Tournesol var. Vilmorin. La croissance de ces plantes ainsi que celle des betteraves-racines et des porte-graines est indiquée sur le graphique n° 11.

Les conclusions suivantes peuvent être déduites de ces expériences :

1° Les plantes les plus intéressantes sous le climat parisien sont : le Chanvre, la Maïs, le Sorgho et le Tournesol, mais aucune d'entre elles n'est pleinement satisfaisante.

Le Chanvre a une croissance rapide au printemps et il constitue un excellent écran depuis la fin mai jusqu'au mois de juillet ; dès le début de juillet, les feuilles de la base commencent à se dessécher ; les tiges défoliées constituent alors un écran insuffisant. Par suite de sa sensibilité au froid, le Chanvre ne peut qu'exceptionnellement être semé avant la première décade de mai [dans le Nord de la France et la région parisienne.

Le Tournesol se développe assez vite au printemps mais il est fréquemment détruit par les oiseaux au moment de la levée ; son feuillage forme un écran moins dense que celui du Chanvre ; comme cette dernière plante, il ne peut être semé précocement et les feuilles de la base se détachent à partir du début du mois d'août.

La croissance du Maïs est trop lente au printemps pour que cette plante puisse assurer une protection satisfaisante contre les premiers vols de pucerons ailés ; à partir de la mi-août, cette plante est par contre un excellent écran en raison de la densité du feuillage et de sa persistance ; les variétés les plus intéressantes sont : Millette du Lauraguais, Grand Roux Basque et Wisconsin 644. Le Sorgho menu présente les mêmes caractéristiques que le Maïs.

2° L'écran le plus recommandable est celui qui est constitué par 6 lignes de plantes semées à un intervalle de 25 à 30 cm : trois lignes d'une plante à croissance hâtive (Chanvre et Tournesol) et trois lignes d'un végétal se développant plus lentement mais assurant une protection suffisante jusqu'en automne (Maïs ou Sorgho).

Des essais ont été réalisés en 1949, 1950 et 1951 à Cappelle (Nord) dans des champs obligeamment mis à ma disposition par M. Florimond DESPREZ ; dans cette région, le pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse est constamment supérieur à 80 p. 100.

En 1949, les écrans étaient constitués par 5 lignes de Chanvre ou 3 lignes de Maïs (largeur totale 1,20 m.) entourant des parcelles de 20 m. de long sur 5 m. de large disposées côte à côte. Une ligne de porte-graines infestés entourait l'ensemble de la pièce afin d'assurer une forte contamination. Les betteraves ont été semées



le 15 avril et démarrées normalement afin d'obtenir des betteraves-racines qui extériorisent mieux la Jaunisse que les semis faits en vue de la production de plançons. Le Chanvre et le Maïs n'ont été semés que le 10 mai.

La hauteur moyenne des plantes a été mesurée le 22 juin et le 19 juillet.

	22 juin	19 juillet
Betterave.....	0,22 m	0,35 m
Chanvre .....	0,38 m	1,35 m
Maïs.....	0,20 m	0,80 m

Ces chiffres montrent que le Chanvre n'a commencé à jouer un rôle d'écran qu'au début du mois de juillet et le Maïs vers le 10 juillet. Les pucerons ont été extrêmement nombreux et sont apparus très précocement ; les relevés des populations aphidiennes faits le 22 juin montrent que la dispersion des pucerons ailés d'*A. fabae* et de *M. persicae* a eu lieu dès le mois de mai. Les écrans n'ont donc assuré une certaine protection que pour la seconde période de vol, c'est-à-dire celle des pucerons dont le développement larvaire avait eu lieu sur des betteraves.

La numération des pieds présentant les symptômes de la Jaunisse a été faite le 30 septembre :

	% de pieds malades	Coefficient d'efficacité
Témoin .....	78	—
Écran Chanvre ....	36	53
Écran Maïs .....	34	56

De nouveaux essais ont été faits en 1950. Le champ était divisé en parcelles de 20 × 5 m ensemencées en betteraves-racines ; certaines parcelles ont reçu des traitements aphicides.

A 200 m. du champ d'essai était un champ de porte-graines ; d'autres cultures de porte-graines se trouvaient dans un rayon de 1 à 3 km. Il y avait également au voisinage du champ d'essai une vaste culture de Pomme de terre sur laquelle il a été observé des *Myzodes* aptères le 30 juin.

Les betteraves ont été semées dans les premiers jours de mai, les écrans le 8 mai, à l'exception du Chanvre semé le 17 mai. La levée a été très irrégulière ; le Sorgho, le Chanvre, le Maïs ont été détruits partiellement par les freux, les tourterelles et les lapins ; il a été nécessaire de semer à nouveau à deux reprises, ce qui a diminué très fortement la protection conférée par les plantes-écrans.

Un piège à pucerons a été disposé dans le champ ; malheureusement, de violents orages l'ont renversé à deux reprises et sa réparation n'a pu être effectuée rapidement. Les pucerons ont été extrêmement rares ; il n'a pas été capturé d'Aphides entre le 7 et le 14 juin ainsi qu'entre le 25 juin et le 3 juillet ; du 10 au 17 juillet il a été relevé 1 *A. fabae* et 2 *Macrosiphum solani* KITTEL. Dans le champ, il n'a été trouvé le 30 juin que 3 pucerons ailés et aucun aptère.

Les numérations des plantes atteintes de Jaunisse ont été faites le 27 juillet et le 6 octobre ; celles du 6 octobre n'ont pas été retenues en raison d'une forte attaque de *Cercospora* qui a entraîné la mort de la plupart des feuilles extérieures.

Les pourcentages moyens de pieds atteints de Jaunisse relevés le 27 juillet dans les différentes parcelles ont été les suivantes :

	% de pieds malades	Coefficient d'efficacité
Témoin .....	56	—
Écran : — 2 lignes de Maïs et 4 li- gnes d'Orge	44	21
— 2 lignes de Maïs et 3 li- gnes de chan- vre .....	30	46
— 2 lignes de Maïs et 3 lignes de Sor- gho.....	32	42
— 2 lignes de Maïs et 3 lignes de Tournesol..	21	62

Un autre essai a été fait avec des écrans constitués par du Seigle d'hiver seul ou combiné au Maïs. Il a été dénombré de 10 à 30 p. 100 de pieds malades le 27 juillet et près de 60 p. 100 le 6 octobre.

Il est à remarquer que les pourcentages de Jaunisse ont été relativement importants bien qu'il y ait eu un nombre insignifiant de pucerons durant toute l'année.

Un essai a été fait dans la même région en 1951 afin de déterminer la largeur de la bande cultivée en betteraves pouvant être protégée par un écran d'une largeur de 1,80 m constitué par 3 lignes de Maïs et 3 lignes de Chanvre. Le champ d'essais comprenait des parcelles de 20 m de long et larges de 5,10 et 15 m.

Les betteraves ont été semées le 2 mai ; par suite du mauvais temps, le Chanvre n'a pu être semé qu'entre le 18 et le 25 mai et le Maïs entre le 3 et le 5 juin. Les plantules ont été partiellement détruites par les Oiseaux et il a dû être procédé à de nouveaux semis dans le courant du mois de juin.

Le 28 juillet, le Chanvre ne mesurait que 1,10 m et le Maïs 50 à 60 cm ; la protection que ces plantes ont pu assurer dans ces conditions a été par conséquent fortement diminuée (les hauteurs de Chanvre et du Maïs semés à Versailles le 26 avril étaient à cette date respectivement de 2,70 m et de 0,90 m.).

En se référant aux prises faites dans le piège à pucerons, les vols de pucerons ont été importants entre le 5 et le 14 juin et se sont poursuivis jusqu'au 25 juin.

Il a été relevé le 28 juillet les pourcentages suivants de pieds atteints de Jaunisse :

	% de pieds malades	Coefficient d'efficacité
Témoin .....	54	—
Parcelles de 5 m de large .....	28	48
Parcelles de 10 m de large .....	31	42
Parcelles de 15 m de large .....	36	33

Cette expérience montre que le coefficient d'efficacité n'est pas inversement proportionnel à la largeur de la bande de terre cultivée en betteraves.

D'après les notations faites ligne par ligne à l'intérieur de chaque parcelle il semble cependant que la largeur de la bande ne doive pas excéder 10 mètres ; elle sera de 10 m lorsque les plantes-écrans seront semées très tôt et de 5 à 6 m lorsque le Chanvre ou le Tournesol seront semés à la fin du mois de mai.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces essais :

1<sup>o</sup> Les plantes-écrans ne présentent pas d'intérêt pour la protection des planchons de Betterave ; elles diminuent le pourcentage des infestations tardives et cette technique peut être intéressante pour diverses plantes contre les maladies à virus en renforçant la protection obtenue par d'autres méthodes et en ayant un rôle de brise-vent.

2<sup>o</sup> Il est essentiel que les rideaux de plantes-écrans soient disposés perpendiculairement aux vents dominants et que les parcelles soient entourées également sur les côtés parallèles aux vents dominants.

3<sup>o</sup> Pour la région parisienne et le Nord, les écrans les plus efficaces sont constitués par 3 lignes de Chanvre ou de Tournesol et 3 lignes de Maïs ou de Sorgho écartées de 0,25 à 0,30 m. Les graines de ces plantes étant fréquemment dévorées par les oiseaux, il est indispensable d'utiliser des moyens de protection contre ces derniers.

#### D. — EMPLOI DE PLANTES-ABRIS

Les plantes-abris protègent le végétal avec lequel elles sont semées de diverses manières : elles intensifient rapidement la coloration verte du champ, le rendant ainsi moins attractif vis-à-vis des pucerons ailés, elles évitent dans une certaine mesure que ces formes ailées atterrissent sur la plante à protéger et elles créent un microclimat à haute humidité relative défavorable à la multiplication des pucerons (BONNE-MAISON, 1958).

Les plantes-abris doivent présenter les caractéristiques suivantes : ne pas être des plantes-hôtes de *M. persicae* ni d'*A. fabae*, avoir une croissance en hauteur rapide au printemps, permettre un développement satisfaisant de la Betterave, maintenir la protection jusqu'au 20-25 juillet et être récoltées à cette date afin que les planchons puissent croître normalement par la suite. Au Danemark, HANSEN (1950) a semé des betteraves à des écartements de 60, 45 et 30 cm, ou à 60 cm avec de l'Orge semée entre les rangées de betteraves ; les pourcentages de plantes atteintes de Jaunisse ont été respectivement de 72, 57, 46 et 29 p. 100 ou de 75, 59, 29 et 7 p. 100 ; il a remarqué que le rôle protecteur de l'Orge cesse au moment de la récolte ou de la maturité de l'Orge et qu'il peut se produire une contamination tardive. Il a procédé par la suite à des essais avec l'Orge, l'Avoine, le Maïs, des Céréales d'hiver, le Chanvre, la Moutarde, le Lin, le Trèfle.

En Angleterre, HULL (1951) a obtenu un pourcentage de plantes atteintes de Jaunisse de 12 p. 100 avec des semis effectués en avril avec de l'Orge contre 100 p. 100 chez le témoin.

Dans un essai réalisé en 1952, les plantes-écrans : Orge (var. Ymer), Avoine (var. Versailles), Lin ont été semées le 12 mars et les betteraves le 16 avril ; les hauteurs de plantes et le nombre de feuilles de la Betterave ont été les suivants :

	Orge	Avoine	Lin	Betterave
5 mai.....	0,20	0,25	0,18	—
13 mai.....	0,23	0,27	0,30	0,04 ; 2-3 f
30 mai.....	0,40	0,63	0,80	0,08 ; 5-6 f
9 juin .....	0,70	0,90	0,90	0,12 ; 8-10 f

Une partie des graines des Céréales ont été dévorées par les Oiseaux ; par contre le Lin était très homogène et formait un écran suffisamment dense.



Un autre essai a été fait en 1954 dans un champ de la Beauce d'une superficie de 2 ha. L'Orge a été semée à raison de 50, 75 et 100 kg/ha aux écartements de 0,37 et de 0,50 m et les betteraves ont été semées perpendiculairement. Le 1<sup>er</sup> juin, l'Orge avait une hauteur de 0,15 à 0,20 m et les betteraves n'avaient que les 2 feuilles cotylédonaire ; l'Orge qui s'est très bien développée a étouffé les betteraves aux doses de 100 kg/ha et 75 kg/ha ; à 50 kg/ha, les betteraves se sont développées très lentement jusqu'à la récolte de l'Orge ; elles avaient en moyenne 8 feuilles le 9 octobre. L'année suivante, le pourcentage de porte-graines atteints de Jaunisse était de 48 p. 100 dans le lot semé avec l'Orge et de 100 p. 100 chez le témoin.

Des essais ont été poursuivis pendant 3 années consécutives dans une exploitation située près d'Allaines (Eure-et-Loir). En 1954, les plançons ont été semés le 3 mai à l'écartement de 0,45 m avec 2 lignes intercalaires d'Orge espacées de 0,15 m. L'Orge a été récoltée à la mi-juillet : le planchon était alors très petit mais il s'est développé au cours de l'automne ; il a été récolté en décembre, ensilé et repiqué en mars 1955 en comparaison avec du planchon semé le 2 juillet 1954 sans plante intercalaire et des plançons en provenance du Perche ; les plançons les plus vigoureux à la date du 20 juin étaient ceux qui provenaient du Perche mais, le 15 juillet, ceux qui avaient été cultivés sous l'Orge les surpassaient.

Les rendements en graines ont été les suivants :

Planchon semé le 12 juillet en terrain nu .....	1 100 kg
Planchon provenant du Perche (semis 25 juin) .....	1 750 kg
Planchon cultivé sous Orge.....	1 850 kg

En 1955, l'Orge a été semée le 27 avril à 90 kg de graines par ha (2 lignes d'Orge entre 2 lignes de betteraves) ; une partie des graines d'Orge a été mangée par les Oiseaux ; bien que l'Orge ait très faiblement tallé et ait été récoltée à la fin de juillet, la croissance des betteraves a été languissante ; à la date du 22 septembre, les betteraves n'avaient que 4 à 8 feuilles qui étaient étiolées pour la plupart et le diamètre moyen du collet n'était que de 8 mm. Ces plançons ont été laissés en terre et n'ont pas été buttés ; ils ont été gelés en partie et ont été retournés à la fin de l'hiver. Le rendement en graines a été de 1 225 kg/ha pour les plançons semés en Beauce le 16 juillet sans plante-abri et de 1 505 kg pour les plançons semés le 15 juin dans le Perche.

Dans les expériences mentionnées p. 187 (Essai 1953-1954) et p. 190 (Essai 1955-1956) les résultats ont été les suivants :

#### *Essai 1953-54*

Semis 10 avril 1953, écartement des lignes : 0,50 m.

	% de Jaunisse
Témoin .....	89
Avec 1 ligne intercalaire de Lin.....	48

#### *Essai 1955-56.*

Semis 4 mai, écartement des lignes : 0,30 m.

	Rendement
Témoin.....	100
Avec 1 ligne intercalaire de Lin .....	111

De ces diverses expériences, ainsi que de relevés non mentionnés il peut être déduit les remarques suivantes :

1° La technique des plantes-abris est assez intéressante pour les régions où les précipitations sont suffisantes en mai et juin ; en période de sécheresse, la plante-abri prélève de l'eau aux dépens de la Betterave.

2° Le Lin est préférable à l'Orge notamment pour la Beauce où les Céréales acquièrent un grand développement ; l'Orge est souvent dévorée par les Oiseaux. Le Lin assure une protection plus régulière et un meilleur ensoleillement de la Betterave ; les variétés de Lin à tige rigide (var. Wiera) sont à préférer ; la quantité moyenne de graines à semer par ha est de 50-60 kg.

Pour le Nord et les régions soumises à un climat maritime, la quantité optimum d'Orge à semer par ha est de 30 à 40 kg ; l'Orge favorise parfois le développement de la Cercosporiose.

3° Il est essentiel que les lignes de betteraves et de la plante-abri soient orientées perpendiculairement aux vents dominants et que les extrémités du champ soient ensemencées avec la plante-abri parallèlement aux vents dominants.

4° Il est préférable de semer la plante-abri plus tôt que la Betterave mais le semis de la Betterave se fait parfois dans de mauvaises conditions par suite d'une préparation insuffisante du sol, et l'éclaircissage est pratiquement impossible. Les betteraves doivent en conséquence être semées à une faible densité et relativement tôt (première quinzaine de mai).

5° La croissance des betteraves est languissante jusqu'à la récolte de la plante-abri ; son développement ultérieur est lié aux précipitations de juillet et août ; des façons superficielles croisées, d'une réalisation assez délicate et qui ne doivent être faites que si la terre est suffisamment humide améliorent la végétation ; ces façons seront complétées par un faible apport d'engrais nitrique.

6° Après l'enlèvement de la plante-abri, il est recommandé de pulvériser un aphicide endotherapique afin d'éviter la contamination par les vols tardifs.

#### E. — TRAITEMENTS APHICIDES.

Les traitements aphicides sont à envisager pour la protection des porte-graines et pour celle des plançons.

##### *Traitements des porte-graines.*

Les traitements aphicides doivent être réalisés avant l'apparition des formes ailées sur les porte-graines puisque ce sont les pucerons ailés du « deuxième vol » qui constituent la principale source de dissémination du virus.

L'apparition des formes ailées sur les porte-graines étant due à l'effet de groupe (BONNEMAISON, 1951) et les traitements étant peu efficaces sur des colonies où les pucerons sont étroitement groupés, ces traitements doivent donc être appliqués en principe à la fin de l'arrivée des pucerons ailés du premier vol et avant la formation des colonies de pucerons. Dans ce cas, comme dans bien d'autres, les traitements précoces sont les plus recommandables (BONNEMAISON, 1950).

J'ai indiqué dans une note (BONNEMAISON, 1956) les résultats d'essais de traitements des porte-graines par poudrage avec du parathion éthyle ou par pulvérisation

avec du parathion en suspension ou en émulsion, de l'oléoparathion, du schradane, de l'isolan ou du déméton éthyle à différentes concentrations ; pour des traitements effectués le 17 mai 1952 la durée de la protection a été en moyenne d'une quinzaine de jours et une forte population d'*A. fabae* (1,1 à 1,8 colonie par porte-graine) a été observée le 25<sup>ème</sup> jour après le traitement ; en 1953, un traitement appliqué le 21 mai a maintenu la population aphidienne à un degré très bas pendant 45 jours, l'arrivée des *fundatrigeniae alatae* d'*A. fabae* ayant été beaucoup moins échelonnée.

L'efficacité des traitements diminue graduellement au fur et à mesure de l'élongation de la hampe florale car il est nécessaire de disposer les jets à une hauteur de plus en plus grande et les pertes d'insecticide sont importantes ; en outre, l'insecticide pénètre difficilement dans les hampes florales.

L'application des aphicides endothérapiques présente certaines difficultés, l'efficacité du traitement étant d'autant plus importante que la surface foliaire est plus développée ; les porte-graines repiqués qui présentent à la mi-mai une faible surface foliaire par suite d'une plantation tardive ou de la sécheresse sont protégés d'une façon irrégulière ; cet inconvénient est fortement atténué pour les porte-graines en culture directe.

#### *Traitement des plançons.*

Il est beaucoup plus aisé de traiter les plançons que les porte-graines ; d'autre part, la valeur élevée des plançons justifie plusieurs traitements.

HANSEN (1950) a utilisé le séléniate de soude aux concentrations de 0,2 à 0,4 p. 100 en arrosage au pied des betteraves à raison de 0,5 à 1 litre par mètre linéaire ; dans tous les cas, les pieds traités avaient un pourcentage de Jaunisse plus élevé que les témoins.

Le schradane a été employé par RIPPER, GREENSLADE et LICKERISH (1949) ; les résultats ont été très irréguliers ; dans le cas le plus favorable, une parcelle traitée une fois avait 18 p. 100 de Jaunisse contre 64 chez le témoin. ERNOULD (1951) a traité à deux reprises le 2 et le 12 juin avec du schradane à 44 p. 100 utilisé à la concentration de 0,75 et de 1,25 p. 100 ; il n'a pas été noté de différence sensible entre les deux doses et le pourcentage de Jaunisse a été de 27 p. 100 dans les lots traités contre 63,6 chez le témoin.

HEIE (1951) n'a pas obtenu de résultats positifs avec le parathion et le schradane. BAWDEN (1950) signale que le parathion a été plus efficace que le schradane et que le pyrosposphate tétraéthylique.

Un essai a été fait en 1950 à Cappel dans l'exploitation de M. F. DESPREZ ; une culture de plançons semée le 28 avril a été traitée le 2 et le 30 juin avec du parathion à 10 g MA/hl ou avec du parathion pour le premier traitement et avec 250 g de sulfate de nicotine à 40 p. 100 MA pour le second. A la date du 27 juillet, les pourcentages de plantes atteintes de Jaunisse étaient les suivants dans les 3 lots :

Témoin.....	56
2 traitements au parathion.....	34
1 traitement au parathion + 1 traitement nicotine .....	40

Une culture de plançons située dans l'Eure-et-Loir d'une superficie de 3,5 ha ensemencée le 5 juin 1951 et traitée le 13 juillet, le 8 et le 21 août avec de l'oléoparathion à 15 g MA/hl et à 600 l/ha a donné un rendement de 1 150 kg de graines contre 650 chez le témoin.



Une autre culture de plançons de la Beauce ensemencée le 28 mai 1952 a été divisée en 3 lots : témoin, traitement avec de l'oléoparathion à 15 g MA, hl les 7, 26 juillet, 12 août et 3 septembre ; à la fin d'octobre 1952 les pourcentages de plantes atteintes de Jaunisse étaient respectivement de 100, 42 et 18 p. 100.

Cependant, si des traitements aphicides appliqués à 2, 3 ou 4 reprises donnent parfois une augmentation substantielle de rendement, il est bien des cas où l'application de ces traitements sur des plançons semés en mai ou en juin, s'est révélée peu efficace contre la Jaunisse puisqu'ils n'évitent pas les contaminations primaires. Les augmentations de rendement s'observent principalement lorsque la densité de population aphidienne est très importante : elles sont attribuables surtout à la réduction de l'action directe des piqures de pucerons.

L'application de pulvérisation aphicide endotherapique est au contraire recommandable sans restriction pour des semis tardifs ou après l'enlèvement des plantes-abris, les contaminations étant beaucoup moins importantes (BONNEMAISON, 1953).

Je rappellerai ici les résultats des essais réalisés en 1953-1954 (p. 187) et en 1955-1956 (p. 190).

#### *Essai 1953-54*

	% Jaunisse
Semis 20 juillet, non traité.....	32
— 20 juillet, traité le 28/8 et le 28/9 avec du déméton	26
— 5 août, non traité .....	24
— 5 août, traité le 28/8 et le 28/9 avec du déméton....	15

#### *Essai 1955-56*

	Rendement
Semis 25 juin, non traité.....	100
— 25 juin, traité le 16/8 et le 5/10 avec du déméton ....	140
— 25 juillet, non traité .....	103
— 25 juillet, traité le 16/8 et le 5/10 .....	142
— 5 avril, non traité.....	97
— 5 avril, traité le 16/8 et le 5/10 .....	112

Les plançons semés sous une plante-abri telle que du Lin seront traités avec un endotherapique aussitôt après la récolte de la plante-abri puis au début et à la fin du mois d'août, et enfin à la fin de septembre.

Les plançons semés aux environs du 25 juillet seront traités à 2 ou 3 reprises (15-20 août, mi-septembre et éventuellement début d'octobre). L'enrobage des graines avec un produit endotherapique assure une excellente protection pendant 4 à 5 semaines ; il sera complété par 1 ou 2 pulvérisations d'un aphicide endotherapique.

En culture directe, une très bonne protection sera assurée par l'enrobage des graines avec un endotherapique suivi de la pulvérisation d'un endotherapique 4 à 5 semaines après le semis.

## V. — CONCLUSIONS

I. — La Jaunisse de la Betterave est une grave affection qui existe depuis longtemps en France. Il semble qu'elle ait été particulièrement dangereuse en 1890-1900 et qu'elle est en voie d'extension depuis une dizaine d'années. En liaison avec

l'action directe des piqûres des pucerons, elle occasionne des pertes de rendement qui varient assez fortement suivant les conditions climatiques printanières, la pullulation des pucerons et les races de virus ; la diminution de récolte varie de 5 à 30 p. 100 pour les betteraves-racines et de 10 à 80 p. 100 pour les porte-graines.

II. Les principaux vecteurs de la Jaunisse sont : le Puceron vert du Pêcher (*Myzodes persicae* SULZ.), le Puceron noir de la Fève (*Aphis fabae* SCOP.), le Puceron de l'Echalote (*Rhopalomyzus ascalonicus* DONC.) et le Puceron des Tulipes (*Myzotoxoptera tulipaella* THEOB.).

a) *Puceron vert du Pêcher*. — Les émigrants ailés apparaissent sur les hôtes primaires depuis la fin d'avril jusqu'à la mi-mai, le maximum des vols ayant généralement lieu entre le 5 et le 15 mai.

L'anholocyclicie est importante dans la région parisienne, si la température minimale n'est pas inférieure à  $-15$  à  $-17^{\circ}$ . Les pucerons sont souvent nombreux à la fin de l'automne sur le Colza, le Chou, mais les fortes précipitations hivernales en détruisent une proportion très élevée ; si l'hiver est sec et doux, ces cultures peuvent constituer des foyers de dissémination précoce de pucerons ailés non infectieux. Les pucerons peuvent également se maintenir et se reproduire durant la période hivernale sur des plantes susceptibles au virus de la Jaunisse : plantes adventices (*Stellaria media*, *Plantago major*, *Senecio vulgaris*, diverses Chénopodiacées, etc...) ; plantes cultivées : Epinard, Bette, porte-graines de Betteraves en culture directe, silos de Betteraves fourragères ; les ailés apparaissent sur ces plantes à partir du 6-20 avril sur l'Epinard, la Bette, les plantes adventices, à la fin d'avril dans les silos et de la mi-mai sur les porte-graines. Ce sont ces pucerons qui assurent les contaminations primaires les plus précoces ; des contaminations primaires plus tardives (fin avril à mi-mai sont réalisées par les émigrants provenant des plantes-hôtes primaires (1<sup>ère</sup> période de vol). On peut donc conclure de ce qui précède qu'en moyenne et pour la région parisienne, la période de contamination importante des betteraves débute dans la première décade de mai.

Les contaminations secondaires sont assurées par les ailés qui se sont développés sur les porte-graines, les pommes de terre, les nombreuses plantes-hôtes secondaires cultivées ou adventices et, dans une proportion beaucoup plus faible, sur les betteraves-racines. Ces contaminations, qui correspondent aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> périodes de vol, se situent entre le 15 juin et le 25 juillet.

Enfin, des contaminations tardives, qui n'ont aucun intérêt économique pour les betteraves-racines, mais qui présentent une grande importance pour les plançons sont faites par les virginipares ailés qui apparaissent entre le début de septembre et la mi-novembre.

b) *Aphis fabae*. — Sur le Fusain, les émigrants ailés apparaissent dans la troisième décade du mois d'avril et les vols se terminent à la fin de mai ; la période de vol est un peu plus longue pour les pucerons se développant sur la Viorne ; les maximums des vols sont observés aux environs du 15 mai.

Les pucerons se développent rapidement sur les betteraves porte-graines, les féveroles et les betteraves-racines ; la densité maximum de population est généralement observée le 15 juin sur les porte-graines et le 20 juin sur les betteraves-racines ; les maximums de vols ont lieu (2<sup>e</sup> période de vol) le plus fréquemment le 20-25 juin pour les pucerons provenant des porte-graines et le 25-30 juin pour ceux qui se sont développés sur les betteraves-racines.

c) *Rhopalomyzus ascalonicus*. — Cette espèce hiverne sous la forme anholocyclique sur diverses plantes de serre ou placées dans les caves, les feuilles étiolées des betteraves fourragères ensilées et des plantes adventices, notamment *Stellaria media*, qui est susceptible au virus de la Jaunisse. Les ailés apparaissent dans la seconde quinzaine de février et surtout dans le courant du mois de mars ; ils peuvent donc assurer une dissémination très précoce de la Jaunisse sur les porte-graines, les betteraves et diverses plantes adventices susceptible à ce virus.

d) *Myzotoxoptera tulipaella*. — Cette espèce a une biologie voisine de celle de *R. ascalonicus*. La reproduction sexuée est très rare ; les virginipares hivernent sur les bulbes de tulipes conservés en cave et les feuilles des betteraves ensilées ; les ailés sont observés durant toute la période post-hivernale et printanière des silos et assurent une dissémination précoce de la Jaunisse ainsi que de la Mosaïque.

*M. persicae*, sous la forme ailée ou aptère, dissémine plus rapidement la Jaunisse qu'*A. fabae* ; les betteraves infectées par *M. persicae* ont une période d'incubation plus courte que celles qui sont contaminées par *A. fabae*.

Suivant les conditions régionales de milieu et les facteurs climatiques printaniers, le vecteur le plus dangereux est, soit *M. persicae*, soit *A. fabae* ; en règle générale, *M. persicae*, principalement la forme anholocyclique, transmet la Jaunisse plus précocement qu'*A. fabae*.

L'action directe des piqûres de pucerons non infectieux sur de jeunes betteraves est fortement préjudiciable au rendement. Par ailleurs, la Jaunisse diminue d'autant plus la récolte que l'infection se produit plus tôt.

La conclusion générale qui peut être tirée de ces remarques est la suivante : les méthodes de lutte qui donneront les meilleurs résultats seront celles qui éviteront la multiplication des pucerons, infectieux ou non, sur des betteraves de petite taille ; il est chimérique de rechercher la suppression des contaminations ; il est, par contre, concevable de s'efforcer de réduire le pourcentage des contaminations sur des betteraves ayant moins de 4-6 feuilles et, si possible, 10 à 14 feuilles.

### III. — Protection des betteraves-racines.

A. — Le virus hiverne dans des plantes cultivées : (Epinards, Bettes, Betteraves potagères, plançons en culture directe) et adventices.

B. — La sélection de lignées tolérantes à la Jaunisse est activement poursuivie ; il n'est pas connu de *Beta* sauvages résistantes à la Jaunisse. Il n'y a pas de corrélation positive entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et la résistance à la Jaunisse.

C. — Une diminution de la population aphidienne peut être obtenue par l'arrachage des plantes-hôtes primaires (*A. fabae*), la destruction des plantes adventices et la fin de l'utilisation des silos avant le semis des betteraves. Il peut être distingué 4 périodes de vols, la première assurant les contaminations précoces et par conséquent les plus préjudiciables aux betteraves-racines, la 4<sup>ème</sup> assurant la contamination des plançons des plantes cultivées ou adventices et permettant l'hivernation du virus, ainsi que des plançons et betteraves ensilés.

D. — Les semis précoces permettent d'obtenir une amélioration notable du rendement ; cela est dû à l'augmentation de la durée de croissance et au fait que les plantes ayant plus de 4-6 feuilles au moment de la contamination par les pucerons et de l'infestation par la Jaunisse sont plus résistantes que les jeunes plantules.



Les cultures à forte densité de plantation sont moins fortement attractives pour les pucerons ailés que celles à faible densité ; cependant, il ne faut pas oublier que la densité de plantation est sous la dépendance de la richesse du sol et de l'importance des précipitations.

E. — Les pulvérisations de produits endothérapiques (déméton, endotion, etc) sont d'une grande efficacité contre les pucerons et elles augmentent fortement le rendement dans les cas de forte pullulation. La protection contre la Jaunisse ne peut être obtenue de façon satisfaisante que par des traitements appliqués à partir de la fin d'avril ou au début de mai afin d'éviter les contaminations précoces qui sont les plus préjudiciables au rendement. Des pulvérisations d'aphicide endothérapique sur des betteraves n'ayant que 2 à 4 feuilles ont une faible persistance d'action ; les semis hâtifs permettent d'avoir une surface foliaire plus considérable lors des traitements.

F. — L'enrobage des graines avec des produits endothérapiques présente le grand avantage de protéger les betteraves pendant les premiers stades de croissance qui sont les plus sensibles à l'action directe des pucerons et de la Jaunisse ; la durée de la protection est de 4 à 6 semaines. L'insecticide qui a donné les meilleurs résultats est le disyston à la dose de 2 500 g MA/quintal de graines ; malheureusement l'action phytocide de ce produit est élevée, notamment en période de sécheresse. Les insecticides endothérapiques peuvent également être employés sous la forme de granulés épandus dans la ligne de semis ou en couverture.

G. — Des remarques formulées précédemment, il découle que la lutte rationnelle contre les pucerons et la Jaunisse est une combinaison de la date du semis et de l'application de traitements aphicides. Le semis précoce est la méthode de lutte la plus simple mais l'obligation d'échelonner les semis conduit à envisager 3 cas :

1° *Semis précoce* (5-25 mars) : si les conditions climatiques assurent une rapide croissance de la plante, celle-ci aura en moyenne plus de 6 à 8 feuilles au moment de l'arrivée des pucerons ; dans ces conditions, l'enrobage des graines ou l'épandage d'endotherapiques en granulés et dans la raie de semis ne se justifie que dans le cas de contaminations très précoces dues à des conditions de milieu particulières. L'application d'endotherapiques sous la forme de granulés ou de pulvérisation n'est à envisager que dans le cas d'une forte pullulation aphidienne.

2° *Semis à une date moyenne* (1-15 avril) : l'enrobage des semences ou l'application de granulés dans la raie protégera les plantules jusqu'au 15-20 mai ; s'il n'existe pas de foyers de Jaunisse dans les environs, ce traitement ne s'avérera pas toujours utile et il sera alors avantageusement remplacé par l'épandage de granulés en couverture effectué à la fin d'avril ou au début de mai ce qui assurera une très bonne protection jusqu'à la fin de mai ; il sera éventuellement complété par une pulvérisation dans le cas d'une forte infestation.

3° *Semis tardif* (après le 15 avril) : le traitement des graines ou l'épandage de granulés dans la raie sera efficace jusqu'au 20-30 mai ; il sera, le cas échéant, suivi d'un épandage de granulés ou d'une pulvérisation.

Afin de maintenir une population satisfaisante des prédateurs ou parasites des Aphides, il est nécessaire de laisser des pucerons sur les betteraves lorsqu'ils sont peu dangereux pour ces dernières ; les traitements tardifs sont donc à prohiber.

#### IV. — *Protection des plançons et porte-graines.*

Diverses techniques permettent d'augmenter le rendement en graines.

A. — *Dispersion géographique.* — Le semis de plançons en des lieux où les risques d'infection par la Jaunisse sont très faibles et le transfert de ces plançons dans les régions plus qualifiées pour la production de la graine est une pratique courante dans quelques pays et notamment en Grande-Bretagne. Des planteurs bretons ont utilisé des plançons semés dans l'Ille-et-Vilaine et le Perche ; la valeur sanitaire des plançons obtenus en Bretagne a rapidement baissé. Les plançons en provenance du Perche, distant seulement d'une centaine de km des lieux de plantation des porte-graines, ont été beaucoup plus vigoureux que ceux qui avaient été récoltés dans le Perche et ont donné une augmentation moyenne de rendement de 20 p. 100. Cependant, des difficultés d'ordre pratique et psychologique n'ont pas permis le maintien de cette technique.

Divers indices laissent supposer que le retour trop fréquent de cultures de plançons, porte-graines ou betteraves-racines sur une même sole est une des causes de l'abaissement de la vigueur des plançons. La culture de plançons et de porte-graines dans des régions où ces productions n'ont jamais été réalisées pourrait être avantageuse.

B. — *Dates de semis, Cultures directe et indirecte.* — Jusqu'à ces dernières années, les plançons destinés à la culture indirecte étaient traditionnellement semés à la fin d'avril dans le Nord de la France et aux environs du 25 juin dans la Beauce.

L'observation des courbes de vols des pucerons-vecteurs a permis de conclure que les risques de contamination étaient très fortement abaissés si la levée des plançons avait lieu après la fin de la deuxième période de vol et si possible de la troisième.

*Culture indirecte.* — Les conditions optimales du semis sont les suivantes : date : 25 juillet au 1<sup>er</sup> août, écartement 0, 20-0,22 m, 20 à 25 kg de glomérules par ha. Si, pour une raison quelconque, les plançons sont de petite taille en novembre, il peut être préférable de les butter légèrement, et de les arracher au début de mars et de les repiquer aussitôt. L'application de 2 ou 3 traitements aphicides endothérapiques entre le début d'août et les premiers jours d'octobre, ou l'enrobage des graines avec un produit endothérapique suivi de 1 ou 2 traitements par pulvérisation est recommandé.

*Culture directe.* — La technique suivante réduit considérablement les inconvénients de la culture directe : semis entre le début d'août et la fin de septembre (date optimum pour la Beauce : 10-15 août) avec un semoir à cuillers et à un écartement entre les lignes de 0,70 à 0,85 m à la dose de 3,500 kg de glomérules/ha, dans une terre faiblement fumée en azote et très bien préparée. Les travaux culturaux à effectuer sont les suivants : application d'un désherbant dirigé principalement contre le Vulpin, binage, buttage léger au début de l'hiver, hersages énergiques et croisés à la fin de l'hiver, dégarnissage à la main de façon à ne laisser qu'un pied tous les 0,50 m, pulvérisation d'un endothérapique au cours de la première quinzaine de mai et écimage.

C. — *Emploi de plantes-écrans.* — Pour la région parisienne et le Nord de la France, les rideaux de plantes donnant la meilleure protection sont constitués par 3 lignes d'une plante à croissance printanière rapide (Chanvre ou Tournesol) et 3 lignes d'une plante à développement plus tardif, mais dont les feuilles de la base ne

tombent pas à la fin de l'été (Maïs, Sorgho). L'épaisseur totale du rideau est de 1,80 à 2 m. et la largeur de la bande protégée contre les pucerons sera d'autant plus grande que les contaminations seront plus tardives ; elle est en moyenne de 8 à 10 m. Les plantes-écrans n'offrent plus d'intérêt pour la protection des plançons mais cette technique peut être envisagée comme moyen auxiliaire de lutte préventive pour les lignées de Fraisier, Pomme de terre, Haricot, Laitue, Dahlia et de diverses plantes florales.

D. — *Emploi de plantes-abris.* — Les plantes-abris les plus intéressantes sont le Lin à 50-60 kg/ha et l'Orge à 20-40 kg/ha. Si les mois de mai et de juin sont secs, les plantes-abris prélèvent de l'eau au détriment de la Betterave Le Lin assure une protection plus régulière et un meilleur ensoleillement de la Betterave que l'Orge. Il est préférable de semer la Betterave dans la première quinzaine de mai peu après la levée de la plante-abri ou en même temps que celle-ci.

E. — *Traitement aphicides.* — Les traitements ne permettent pas d'obtenir de façon régulière des plançons de haute valeur sanitaire si les semis sont faits en mai ou juin et sans plante-abri. Ils sont par contre très efficaces s'ils sont appliqués à 3 ou 4 reprises sur des plançons semés sous une plante-abri, le premier traitement étant fait aussitôt après l'enlèvement de celle-ci ; pour les plançons semés aux environs du 25 juillet, une très bonne protection sera assurée par 2 ou 3 pulvérisations d'un endothérapie ou par l'enrobage des graines avec un endothérapie, suivi 4 à 5 semaines plus tard de la pulvérisation d'un endothérapie et d'une autre pulvérisation à la fin de septembre ou au début d'octobre.

En culture directe, les traitements consisteront en deux pulvérisations ou en un enrobage des graines avec un endothérapie et une pulvérisation.

*Reçu pour publication en janvier 1961.*

## RÉSUMÉ

La Jaunisse est transmise par 4 Aphides : *Myzodes persicae* Sulz, *Aphis fabae* Scop, *Rhopalosiphum ascalonicus* Donc, et *Myzotoxoptera tulipaella* Theob. Il y a 4 périodes principales de vol de ces divers Aphides au cours de l'année.

La protection des betteraves racines peut être obtenue par la réduction des possibilités d'hivernation du virus et des pucerons (utilisation des silos, récolte des plantes porteuses de virus, destruction des plantes adventices avant la fin mars, arrachage des plantes-hôtes primaires.), les semis précoces ou denses, l'enrobage des graines avec des produits endothérapiques, l'épandage de ces mêmes produits sous la forme de granulés dans le sillon ou en couverture, des pulvérisations précoces.

Une augmentation du pourcentage de porte-graines sains est obtenu par l'éloignement des cultures de porte-graines et de plançons, des semis tardifs et la culture directe, l'emploi de plantes abris et l'application de traitements aphicides.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARATTE J. 1953. A propos de quelques observations faites sur la Jaunisse de la Betterave. *C. R. Acad. Agric.*, **39** 769-760.  
 BAKER P. F. 1960. Aphid behaviour on healthy and on yellow virus-infected sugar beet. *Ann. Appl. Biol.*, **48**, 384-391.  
 BERNUTH W. V. Erfolgreichen Rübensamenbau. *Mitt. D. L. G.* **71**, *Illustr. Beilage*, n° 2.  
 BJÖRLING K. 1949. Virusgulsot hos betor. Sjukdomsbild och inverkan på den svenska sockerbetsskröden. *Socker*, **5-7**, 119-140.



- BJORLING K. 1952. On the significance of different vectors of sugar beet-virus yellows. *Acta Agric. Scand.*, **2**, 258-278.
- BLAESSEN P. und THELEMANN, R. 1958. Zur Frage der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Beta-Rüben durch Ueberträger Bekämpfung mit chemischen Mitteln. *Z. Pflanzenkrankh.*, **65**, 129-143.
- BLENCOWE J. W., and TINSLEY T. W. 1951. The influence of density of plant population on the incidence of yellows in sugar-beet crops. *Ann. Appl. Biol.*, **38**, 395-401.
- BONNEMAISON L. 1950. La lutte contre les Pucerons. *Bull. Tech. Inform.*, 229-234.
- BONNEMAISON L., 1950 a. Observations biologiques sur le Puceron gris du Pêcher (*Myzus persicae* SULZ.) et le Puceron noir (*Aphis fabae* SCOP.) en relation avec la transmission des maladies à virus de la Betterave et de la Pomme de terre. *C. R. Acad. Agric.*, **36**, 525-527.
- BONNEMAISON L., 1950 b. Diverses méthodes de protection des plantes cultivées contre les maladies à virus. *C. R. Acad. Agric.*, **36**, 527-529.
- BONNEMAISON L., 1951 a. Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées chez les Aphidinae. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron., Ser. C*, 1-380.
- BONNEMAISON L., 1951 b. Essais préliminaires sur les insecticides télétoxiques ou « systémiques ». *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **30**, 3-15.
- BONNEMAISON L., 1953. Protection des betteraves et notamment des porte-graines contre la jaunisse. *C. R. Acad. Agric.*, **39**, 752-759.
- BONNEMAISON L., 1956. Possibilités d'emploi des insecticides endotherapiques en vue de la protection des plantes contre les maladies à virus. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron., Ser. C*, 563-641.
- BONNEMAISON L., 1958 a. Remarques sur la transmission des maladies à virus de la pomme de terre et de la Betterave. *Rev. Path. Gen. Phys. Chim.*, **703**, 1739-1750.
- BONNEMAISON L., 1958 b. Les vecteurs des maladies à virus des plantes. Modes de transmission et de propagation des virus. Méthodes générales de lutte. *Bull. Tech. Inform.* 385-388 ; 519-539 ; 571-591.
- BONNEMAISON L., 1959. Remarques sur la lutte préventive contre les maladies à virus de la pomme de terre et de la betterave. *Rev. Agric. (Belg.)* **12**, 685-689.
- BONNEMAISON L., 1960. Traitement des semences. *Journ. franc. d'études et d'Informations consacrées aux Insecticides agricoles*, **1**, 271-284.
- BORNER C. und HEINZE K., 1957. *Aphidina-Aphidoidea*, in SORAUER, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 2 teil, 4 lief., II t., 1 vol., 577 p.
- BROADBENT L., CORNFORD C. E., HULL R. and TINSLEY T. W., 1949. Overwintering of Aphids, especially *Myzus persicae* SULZ. in root clamps. *Ann. Appl. Biol.*, **36**, 513-524.
- BROADBENT L. and HULL R., 1947. Aphids in root clamps. *Agriculture*, **54**, 319-322.
- CHAO-SENG-TSI, 1950. Protection against Aphids by seed treatment. *Nature*, **166**, 909-910.
- CLINCH P. E. M., and LOUGHANE J. B., 1948. Seed transmission of virus yellows of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and the existence of strains of this virus in Eire. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, **24**, 307-318.
- COSTA A. S., and BENNETT C. W., 1955. Studies on mechanical transmission of the yellows virus of sugar beet. *Phytopathology*, **45**, 233-238.
- DAME et GOOSSEN H., 1954. Résultats favorables du « Systox » contre la jaunisse de la Betterave par destruction des pucerons vecteurs du virus. *Höfchen-Briefe*, 78-95.
- DAVID W. A. L., and GARDINER B. O. C., 1955. The aphicidal action of some systemic insecticides applied to seeds. *Ann. Appl. Biol.*, **43**, 594-614.
- DAVIDSON J., 1921. Biological studies of *Aphis rumicis* L. *Ann. Appl. Biol.*, **8**, 51-65.
- DAVIDSON J., 1927. On some Aphids infesting tulips. *Bull. Entomol. Res.*, **18**, 51-62.
- DAY M. F. and IRZYKIEWICZ H., 1954. On the mechanism of transmission of non-persistent phytopathogenic viruses by aphids. *Austral J. Biol. Sci.*, **7**, 251-273.
- DECOUX L., et ROLAND G., 1937. Recherches effectuées en 1936 sur la Jaunisse et la Mosaïque de la Betterave. *Publ. Inst. Belge Amélior. Betterave*, Tirlémont, 449-454.
- DECOUX L., et ROLAND G., 1940. Contribution à l'étude des pucerons attaquant la Betterave et l'Epinard. *Publ. Inst. Belge Amélior. Betterave*, Tirlémont, **8**, 339-379.
- DESPREZ V., 1959. Influence de la jaunisse et du Cercospora sur la montée à graines des Betteraves. 22<sup>e</sup> Congr. hiver de l'IIRB, Bruxelles, 1959.
- DONCASTER J. P., and KASSANIS B., 1946. The shallot aphid, *Myzus ascalonicus* DONCASTER and its behaviour as a vector of plant viruses. *Ann. Appl. Biol.*, **33**, 66-68.
- DRACHOVSKA-SIMANOVA M., 1952. Die Viruskrankheiten der Zuckerrübe. *Preslia*, **24**, 113-187.
- DRACHOVSKA-SIMANOVA M., 1955. Rübenvirosen und ihre Uebertrager. *S. Z. N. Verl. Prag*, 34 p.
- DUNNING R. A., 1960. Traitement de semences et traitement du sol à l'aide d'insecticides systémiques pour le contrôle des parasites de la Betterave sucrière et plus particulièrement des vecteurs de la jaunisse. 23<sup>e</sup> Congr. hiver I. I. R. B., 185-192.
- EDGAR E. C., et PRICE JONES D., 1960. Observations préliminaires avec un aphicide persistant et inoffensif. 23<sup>e</sup> Congr. hiver I. I. R. B., 51-58.
- ERNOULD L., 1951. Les possibilités de lutte contre la jaunisse de la betterave. *Publ. Inst. Belge Amélior. Betterave*, **19**, 71-138.
- ERNOULD L., 1951. La lutte contre la jaunisse par l'anhydride-bis-bis-diméthyl-amino-phosphorique. Résultats d'essais préliminaires sur un champ de betterave sucrière en 1950. *Publ. Inst. Belge Amélior. Betterave*, **19**, 179-188.
- ERNOULD L., 1953. L'emploi des insecticides systémiques dans la lutte contre la Jaunisse de la Betterave. *Parasitica*, **9**, 156-157.
- ERNOULD L., 1953. Lutte contre la Jaunisse de la Betterave. Etude de l'action d'insecticides « systémiques » en champs d'essais, au cours des années 1951 et 1952. *Bull. Inst. Belge Amélior. Betterave*, **21**, 41-65.
- ERNOULD L., 1955. Résultats obtenus dans la lutte contre la Jaunisse de la Betterave en Belgique par traitements aux insecticides systémiques. *Publ. Tech. I. B. A. B.*, n° 3, 77 p.
- FELTZ H., 1957. Zuckerrübensamenbau (Vermehrung). 20<sup>ème</sup> Congr. hiver I. I. R. B., 20 p.

- FISCHER H., 1957. Möglichkeiten der ertragssteigerungen bei Rübensamen. *Dtsch. Landwirtsch.*, **7**, heft 7.
- FLUITER H. J. de und KRONENBERG H. G., 1952. *Myzus ascalonicus* DONC. in aardbeien. *T. Plantenziek.*, **58**, 88.
- GAILLOT 1890. *Bull. Station Agron. Aisne*.
- GATES L. F., 1959. Seed and soil treatment with systemic insecticides to prevent aphid colonization of emerging beet seedlings. *Ann. Appl. Biol.*, **47**, 492-501.
- GERSDORF E., 1955. Beiträge zur holozyklischen Überwinterung von *Myzodes persicae* S. U. L. z. im Bereich des Pflanzenschutzamtes Hannover im Winterhalbjahr, 1953-54. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **62**, 1-11.
- GERSDORF E., 1955. Existe-t-il un rapport entre la présence des hôtes d'hiver des pucerons vecteurs et l'apparition des viroses? *Höfchen-Briefe*, ed. franc., **8**, 177-216.
- GOOSSEN H., Erfolgreiche Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Rüben. *Landw. Wochenbl. f. Westfalen und Lippe*, **110** A.
- HAINÉ E., 1955. Aphid take-off in controlled wind speeds. *Nature*, 4454, 474-475.
- HANSEN H. P., 1954. Et overblik over nyere erfaringer om virus gulsot hos bederoer. (*T. Planteavl*), **58**, 298-332.
- HARTSUIJKER K., 1952. De vergelingskiete der bieten. *I. Meded. Inst. Rat. Suiker productie*, Bergen. Op. Zoom **21**, 15-275.
- HEIE O. F., 1953. Undersøgelser over ferskenlusen (*Myzus persicae* SULZ.) overvintring i Danmark of dens forekomst i bederoemarker. *Akad. Tekn. Vidensk. Beret.*, n° 23, 31p.
- HELLING A., und STEUDEL W., Die Vergilbungskrankheit der Rübe. *Flagbl. Biol. Zentr. Anst. Braunschweig*, **3**, 8 p.
- HELLING A., und STEUDEL W., 1950. Untersuchungen über die Vergilbungskrankheit der Rüben, Jahresber. *Biol. Bundesanst. Land u. Forstw. Braunschweig*, 39-41.
- HEINZE K., 1948. Die Überwinterung der Grünen Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* SULZ. und die Auswirkung der Überwinterungsquellen auf den Massenwechsel im Sommer. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, 105-112.
- HEINZE K., 1950. Zur Übertragung pflanzenlicher Viruskrankheiten durch Blattläuse. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **2**, 49-53.
- HEINZE K., 1951. Die Überträger pflanzlicher Viruskrankheiten. *Mitt. Biol. Zentr. Land u. Forstw.*, **71**, 3-126.
- HEINZE K., 1954. Der Einfluss gefässleitbarer Bekämpfungsmittel auf die Übertragung pflanzlicher Viruskrankheiten durch Blattläuse. *Mitt. Biol. Land. u. Forstw.*, **80**, 81-86.
- HIJNER J. A., 1950. La Jaunisse dans l'île de Tiengemeten après la liquidation des silos de betteraves fourragères. *14<sup>ème</sup> Congr. hiver P.I. I.R.B.*
- HIJNER J. A., 1951. Nederlands Report in : *Report of virus yellows in Europe*, *14<sup>ème</sup> Congr. I. I. R. B.*
- HIJNER J. A., 1954. Les silos de betteraves fourragères en tant que sources de la Jaunisse. *17<sup>ème</sup> Congr. I. I. R. B.*
- HIJNER J. A., und CORDON, F. M., 1953. De Vergelings-ziekte der Bieten. *III Med. Inst. Suikerbiet Bergen-op-Zoom*, **23**, 251.
- HIJNER J. A., et RIETBERG H., 1955. La sélection sur tolérance contre la Jaunisse est-elle possible?. *18<sup>ème</sup> Congr. I. I. R. B.*
- HILLE RIS LAMBERS D., 1951. De overwintering van de persikbladluis (*Myzus persicae* SULZ.) als ei. *T. Plantenziekt*, **57**, 128-129.
- HILLE RIS LAMBERS D., 1953. Contribution to a monograph of the *Aphididae* of Europe. *Temminckia*, **9**, 25-28.
- HILLS O. A., BENNETT C. W., JEWELL K. H., COUDRIET D. L., and BRUBAKET R. W., 1960. Effect of virus yellows on yield and quality of sugar beet seed. *J. Econ. Entomol.*, **53**, 162-164.
- HOFF J. C., HEATH R. H., and DICKENSON D. D., 1959. The use of systemics Di-syston and thimet to control virus yellows in California. *J. Amer. Soc. Sugar Beet Technol.*, **10**, 521-524.
- HULL R., 1946. Some factors affecting the incidence of sugar beet disease during recent years. *Brit Sug. Beet Rev.*, **15**, 13.
- HULL R., 1949. Sugar beet diseases. *Minist. Agric. Fisch., Bull.* **142**, 53p.
- HULL R., 1950. Need for healthy stockings. *Brit. Sugar Beet Rev.*, **3**, 107-111.
- HULL R., 1951. The present state of research of virus yellows. *14<sup>ème</sup> Congr. I. I. R. B. Bruxelles*
- HULL R., 1952. Control of virus yellows in sugar beet seed crops. *J. Roy. Agric. Soc.*, **113**, 86-102.
- HULL R., 1953. Assessments of losses in sugar beet due to virus yellows in Great Britain, 1942-1952. *Plant Pathol.*, **2**, 39-43.
- HULL R., 1954. Control of yellows in sugar beet seed crops in Great Britain. *Agriculture*, **61**, 205-210.
- HULL R., and GATES L. F., 1952. Experiments on the control of beet yellows virus in sugar beet seed crops by insecticidal sprays. *Ann. Appl. Biol.*, **40**, 60-78.
- JOHNSON C. G., TAYLOR L. R., and HAINÉ A., 1957. The analysis and reconstruction of diurnal flight curves in *Alienicolae* of *Aphis fabae* SCOP. *Ann. Appl. Biol.*, **45**, 682-701.
- KENNEDY J. S., 1950. Aphid migration and the spread of plant viruses. *Nature*, **165**, 1024-1025.
- KENNEDY J. S., 1951. Benefits to aphids from feeding on galled and virus infected leaves. *Nature*, **168**, 825-826.
- KASSANIS B., 1949. The transmission of sugar beet yellows virus by mechanical inoculation. *Ann. Appl. Biol.*, **36**, 270-272.
- LIMASSEY P., GRENTÉ J., et BONNEMAISON L., 1949. Essais préliminaires relatifs à la lutte contre la jaunisse de la Betterave. *C. R. Acad. Agric.*, **34**, 679-681.
- LUDECKE H., und NEEB O., 1955. Ueber die Beziehung zwischen Infektions Zeitpunkt und Schädigungsgrad bei der virösen Vergilbungskrankheit der Zuckerrübe. *Zucker*, **8**, 259-266.
- MADER W., und DOTZIER F., 1931. Versuche über Stecklingsgröße und Standraum in ihrem Einfluss auf den Rübensamenertrag. *Fortschr. Landwirtsch.* **6**, 267-268.



- MC LEAN D. M., 1957. Effet of insecticide treatments of beets on transmission of yellows virus by *Myzus persicae*. *Phytopathology*, **7**, 557-559.
- MARGARA (J) et TOUVIN (H.), 1955. Sur les possibilités d'obtention de types de betteraves tolérants au virus de la jaunisse *C.R. Acad. Agric.* **41**, 650-653.
- MARTIN S., 1958. La jaunisse sur porte-graines de betteraves en Eure-et-Loir. *Bull. Tech. Inform.*, **126**, 21-25.
- MEIER W., 1959. Ueber die durch die Vergilbungskrankheit bei Zuckerrüben in den Jahren 1956 bis 1958 im schweizerischen Mittelland verursachten Schäden und die Wirkung von Bekämpfungsmassnahmen. *Landw. Jahrb. Schweiz*, N. F. **8**, 1-20.
- METCALF R. L., REYNOLDS H. T., WINTON M., and FUKUTO T. R., 1959. Effects of temperature and plant species upon the rates of metabolism of systemically applied disyston. *J. Econ. Entom.*, **52**, 435-439.
- MITCHELL J. W., SMALE B. C., and METCALF R. L., 1960. Absorption and translocation of regulators and compounds used to control plant diseases and insects. in : METCALF (R. L.), *Adv. Pest Control Res.*, **3**, 359-436.
- MOERICKE V., 1952. Farben als landereize für geflügelte Blattläuse (Aphiden). *Z. Naturforschung*, **76**, 304-309.
- MOERICKE V., 1955. Ueber das Verhalten phytophager Insecten während des Befallflugs unter dem Einfluss von weissen Flächen. *Pflanzenkr. Zeits. u. Pflanzenschutz*, 588-592.
- MOERICKE V., 1955. Ueber die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung deshaltens beim Landen. *Z. Angew. Entomol.*, **37**, 29-91.
- MULLER F. P., 1953. Prognose des Massenaufretens von Blattläusen bei berücksichtigung des Wirtswechsels *Z. Angew. Entomol.*, **35**, 187-196.
- MULLER F. P., 1954. Holozyklie und Anholozyklie bei der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* S U L Z. *Z. Angew. Entomol.*, 369-380.
- MULLER F. P., 1955. Blattläuse in Mieten, Lagerräumen und Kellern. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, N. F., **9**, 81-87.
- MULLER F. P., 1957. Die hauptwirte von *Myzus persicae* S U L Z. und von *Aphis fabae* S C O P. *Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **11**, 21-27.
- MUNSTER J., et JOSEPH E., 1958. *Rhopalosiphoninus staphyleae* subsp. *tulipaeillus* T H E O B. 1916, le Puceron des silos de betteraves. *Land. Jb. Schweiz*, **72**, 457-459.
- MUNSTER J., et JOSEPH E., 1959. Lutte contre la jaunisse sur betteraves sucrières à l'aide de traitements systémiques préventifs. *Ann. Agric. Suisse*, **6**, 579-595.
- OSSIANNILSSON F., 1952. Bladlöss i växthus än en gang. *Växtskyddsnotiser* 53-57.
- PARGUEY G., et MARTIN S., 1953. La production des graines de betteraves en Beauce. *Bull. Tech. Inform.*, **84**, 775-786.
- PELET F., MUNSTER J., et BOVEY R., 1954. Essai de contrôle du vol du Puceron *Myzus persicae* S U L Z. à l'aide de pièges jaunes. *Ann. Agric. Suisse*, **68**, 917-930.
- PEQUIGNOT R., 1954. Production de graines de betteraves sucrières en culture directe. *Cah. Agric. Econ. E. N. A. Grignon*, **1**, 75-78.
- PRILLIEUX E., et DELACROIX G., 1898. La jaunisse, maladie bactérienne de la betterave. *C. R. Acad. Sci.*, **127**, 338-339.
- RIETBERG H., 1959. La Jaunisse de la Betterave sucrière et la lutte contre cette maladie. Rapport de la commission des maladies à virus de la Betterave sucrière de l'I. I. R. B. 22<sup>ème</sup> Congr. hiver, 11-56.
- ROLAND G., 1936. Etude de la Jaunisse de la Betterave. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **23**, 185-207.
- ROLAND G., 1936. Recherches sur la Jaunisse de la Betterave et quelques observations sur la Mosaïque de cette plante. *Publ. Inst. Belge Amélior. Betterave*, **4**, 35-57.
- ROLAND G., 1939. Onderzoekingen Verricht in 1938 over de vergelingding van zet meel bij de biet. *Plantenz.* **45**, 181-203.
- ROLAND G., 1939. Etude des maladies à virus de la Betterave et de l'Epinard effectuée en 1938. *Publ. Inst. Belge Amélior. Bett. Tirlomont*, 67-92.
- ROLAND G., 1951. Contribution à l'étude de l'utilisation des esters thiophosphoriques pour limiter la propagation du virus de la Jaunisse de la Betterave. (*Beta virus 4* ROLAND et QUANJER) par les pucerons. *Parasitica*, **7**, 125-129.
- ROLAND G., 1953. Sur l'emploi des insecticides systémiques contre les Pucerons vecteurs du virus de la Jaunisse de la betterave. (*Beta virus 4* ROLAND et QUANJER) *Parasitica*, **9**, 125-131.
- ROLAND J., 1955. Sur une nouvelle plante-hôte du virus de la Jaunisse de la Betterave (*Beta virus* ROLAND et QUANJER). *Parasitica*, **11**, 124-125.
- RUSSELL G. E., 1958. Sugar Beet yellows : a preliminary study of the distribution and interrelationships of viruses and virus strains found in East Anglia, 1955-57. *Ann. Appl. Biol.*, **46**, 393-398.
- SCHILDBERG W., 1956. Erfahrungen beim Anbau von Rübensamen. *Mitt. D. L. G.*, **71**, 151-153.
- SCHLOSSER L. A., 1952. Zur Frage der Wanderung europäischer Rubenvirosen. *Phytopathol. Z.*, **20**, 75-82.
- SCHLOSSER L. A., FUCHS W. H., und BEISS U., 1955. Ueber die Wirtsunkräuter des Rubengelbsuchtvirus (*Corium betae*). *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **7**, 59-60.
- SCHMIDT H., von und WIESNER K., 1955. Die Verbreitung der virösen Vergilbung der Beta-Rüben im Gebiet der D. D. R. im Jahre 1954. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **7**, 121-124.
- SCHMIDT H., von, 1958. Der Massenwechsel der Vektoren der virosen Rübenvergilbung in den Jahren 1954 bis 1957 in Aschersleben. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **12**, 209-217.
- SCHREIER O., und RUSS K., 1954. Ueber den Massenwechsel von *Doralis fabae* S C O P und *Myzodes persicae* S U L Z. und seine Bedeutung für das Auftreten der virosen Rübenvergilbung in Österreich. *Pflanzenschutzber.*, **13**, 1-43.
- SCHUMACHER G., 1954. Lutte contre la jaunisse de la betterave en Rhénanie. *Höfchen-Briefe*, ed. fr., **7**, 153-199.



- SHANDS W. A., SIMPSON G. W., and DUDLEY J. E., 1956. Low-elevation movement of some species of Aphids. *J. Econ. Entomol.*, **48**, 771-776.
- SEDLAG V., 1954. Konstanz und Relativität des Erfolges bei Infektions-versuchen mit dem Virus « virösen Vergilbung der Rübe ». *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **8**, 101-107.
- SEMAL J., 1957. Données nouvelles sur la transmission des virus de la Betterave par *Myzus ascalonicus* DONCASTER. *Parasitica*, **13**, 1-12.
- SIMONS J. N., 1958. The effect of movements of winged Aphids on transmission of a non persistent Aphid borne virus. *10th Int. Congr. Ent. Montreal 1956*, **3**, 229-231.
- SMITH K. M., 1957. A textbook of plant virus diseases. 652 p.
- STEUDEL W., 1952. Untersuchungen zur anholocyclischen Ueberwinterung der Grünen Pfirsichlaus (*Myzodes persicae* S U L Z.) an Brassicaceen. *Mitt. Biol. Zentr. Land Forstw. Dtsch.*, n° 73, 32 pp.
- STEUDEL W., 1952. Zur Frage der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*, **59**, 418-430.
- STEUDEL W., 1954. Dreijährige Erfahrungen zur Bekämpfung der Vergilbungskrankheit mit innertherapeutischen Mitteln. *Mitt. Biol. Land. Forstwirtschaft. Dtsch.*, **80**, 72-75.
- STEUDEL W., 1958. Nouveaux problèmes de l'endothérapie des betteraves sucrières. *21<sup>ème</sup> Congr. hiver*, I. I. R. B., Bruxelles, 99-104.
- STEUDEL W., 1958. Die Rolle der Mietenlaus (*Hyperomyzus tulipae* L.) im Seuchenzycus der Vergilbungskrankheit der Beta-Rüben (*Beta virus* 4, *Corium beate* HOLMES). *Anz. Schädlingsk.*, **31**, 67-71.
- STEUDEL W., 1959. Versuche zur inneren Therapie bei Beta-Rüben durch Saatgutbehandlung mit systemisch wirkenden Substanzen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land u. Forstwirtschaft.*, **97**, 222-224.
- STEUDEL W. and BLAESSEN P., 1958. Bericht über die in den Jahren 1955 und 1956 durchgeführten Gemeinschaftsuntersuchungen zum Auf- bzw. - Ausbau eines Blattlauswarndienstes im Rübenbau. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land u. Forstwirtschaft.*, **92**, 1-37.
- STEUDEL W., and HEILING A., 1952. Der Einfluss der Saatzeit auf Auftreten und Ausbreitung der Vergilbungskrankheit der Beta-Rüben. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **4**, 40-44.
- STEUDEL W., and HEILING A., 1956. Versuchsergebnisse zur Höhe der vermeidbaren Vergilbungsschäden an Zuckerrüben im Rheinland und in Westfalen in den Jahren 1953 und 1954. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.*, **8**, 1-16.
- STEUDEL W., HEILING A., and HANF E., 1959. Versuche zur inneren Therapie bei Beta Rüben durch Saatgutbehandlung mit systemischen Präparaten. *Z. Angew. Entomol.*, **44**, 387-404.
- STEUDEL W., and THIELEMANN R., 1959. Versuche zur Übertragung des Vergilbungsvirus der Beta-Rüben nach passage durch einzelne Vektorarten. *Phytopathol. Z.*, **36**, 302-313.
- SYLVESTER E. S., 1949. Beet-mosaic virus green peach Aphid relationships. *Phytopathology*, **39**, 417-424.
- SYLVESTER E. S., 1950. Serial transmission of beet-mosaic virus by the green peach Aphid. *Phytopathology*, **40**, 737-742.
- SYLVESTER E. S., 1952. Comparative transmission of beet-mosaic virus by four Aphid species. *Phytopathology*, **42**, 252-254.
- SYLVESTER E. S., 1956. Beet Yellows virus transmission by the Green Peach Aphid. *J. Econ. Entomol.*, **49**, 789-800.
- SYLVESTER E. S., 1956. Beet mosaic and beet yellows virus transmission by the green peach Aphid. *J. Amer. Soc. Sugar Beet Tech.*, **1**, 56-61.
- SYLVESTER E. S., BURTON V. E., and DUNCAN R. B., 1959. Field evaluation of demeton in the control of beet yellows virus. *J. Econ. Entomol.*, **52**, 910-917.
- TAYLOR C. E., and JOHNSON C. G., 1954. Wind direction and the infestation of bean fields by *Aphis fabae* SCOP. *Ann. Appl. Biol.*, **41**, 107-116.
- TROUDE 1898. Note p. 125 du *Bull. Ass Chim. Sucr. Distill.*
- UNGER K., and MÜLLER H. J., 1954. Ueber die Wirkung geländeklimatisch unterschiedlicher Standorte auf den Blattlausbefallsflug. *Züchter*, **24**, 337-345.
- UUNTERSTENHOFER G., 1957. Die Bekämpfung von pflanzenschädlingen durch Saatgutbehandlung mit systemischen Insektiziden. *Z. Pflanzenkrankh.*, **64**, 619-625.
- Van den BRUEL W. E., 1951. Note préliminaire à propos de la lutte contre les pucerons sur betterave. *Parasitica*, **7**, 6-13.
- Van SCHREVEN D. A., 1936. De Vergelingsziekte bij de biet en haar oorzaak. *Meded. Inst. Suikerb.*, **1**.
- VERPLANCKE G., 1934. Contribution à l'étude des maladies à virus filtrant de la Betterave. *Acad. Roy. Belgique, Cl. Sci., Mem.*, **13**, 1-104.
- WATSON M. A., 1940. Studies on the transmission of sugar beet yellows virus by the Aphid *Myzus persicae* SULZ. *Proc. Roy. Soc. B.*, **128**, 535-552.
- WATSON M. A., 1942. Sugar beet yellows. A preliminary account of experiments and observations on its effects in the field. *Ann. Appl. Biol.*, **35**, 358-365.
- WATSON M. A., 1946. The transmission of beet mosaic and beet yellows by aphides; a comparative study of a non persistent and a persistent virus having host plants and vectors in common. *Proc. Roy. Ent. Soc. London*, **133**, 200-219, sér. B.
- WATSON M. A., and HEALY M. J. R., 1953. The spread of beet yellows and beet mosaic viruses in the sugar beet root crop. II The effects of aphid numbers on disease incidence. *Ann. Appl. Biol.*, **40**, 38-59.
- WATSON M. A., HULL R., BLENCOWE J. W., HAMLYN B. M. G., 1951. The spread of Beet yellows and beet mosaic viruses in the sugar beet root crop. I. Field observations on the virus disease of sugar beet and their vectors *Myzus persicae* SULZ. and *Aphis fabae* KOCH. *Ann. Appl. Biol.*, **38**, 743-764.
- WATSON M. A., HULL R., and HARTSUIJKER K., 1949. Yellowing disease of Family 41 » sugar beet. *Nature*, **163**, 910.
- WATSON D. J., and WATSON M. A., 1952. Comparative physiological studies on the growth of field crops. III. The effect of infection with beet yellows and beet mosaic viruses on the growth and yield of the sugar beet root crop. *Ann. Appl. Biol.*, **40**, 1-37.

- WATSON M. A., WATSON D. J., and HULL R., 1946. Factors affecting the loss of yield of sugar caused by beet yellows virus 1. Rate and date of infection : date of sowing and harvesting. *J. Agric. Sci.*, **36**, 151-166.
- WAY M. J., SMITH P. M., and POTTER C., 1954. Studies on the bean aphid (*Aphis fabae* Scop.) and its control on field beans. *Ann. Appl. Biol.*, **41**, 117-131.
- WENZL H., 1954. Beobachtungen zur Frage der Überwinterung des Vergilbungsvirus in den österreichischen Zuckerrübengebieten. *Pflanzenschutzber.*, **12**, 88-94.
- WENZL H., Untersuchungen über Verdickung und Brüchigkeit des Rübenblattes als Primärsymptom der Vergilbungskrankheit (*Beta virus 4*). *Pflanzenschutzber.*, **13**, 106-111.
- WENZL H., und KREXNER R., 1954. Versuche zur Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Rübe. *Pflanzenschutzber.*, **12**, 105-128.
- WENZL H., und LONSY H., 1953. Die räumliche Auswirkung von Infektionszentren der Vergilbungs-krankheit der Rübe. *Pflanzenschutzber.*, **10**, 97-111.
-





## RECONNAISSANCE DE PLUSIEURS VIRUS DANS UNE POPULATION DE *TRIFOLIUM PRATENSE*, L, NATURELLEMENT INFECTÉE

J. C. DEVERGNE

Station centrale de Pathologie végétale,  
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles.

---

### INTRODUCTION

On observe fréquemment, chaque année, des symptômes de maladies à virus sur les Légumineuses sauvages ou subspontanées, en particulier sur les trèfles et sur les luzernes. Or, certaines espèces, tels le trèfle blanc, *Trifolium repens*, L, le trèfle violet, *T. pratense*, L, et la luzerne lupuline, *Medicago lupulina*, L, sont partout largement répandues. Étant donné leur caractère vivace, on peut se demander si ces plantes ne jouent pas un rôle dans la conservation de virus qui peuvent, par ailleurs, infecter les légumineuses cultivées et occasionner chez celles-ci des maladies graves, responsables de baisse sensible de rendement.

En fait, si l'on excepte le virus de la mosaïque commune du haricot (*Phaseolus virus 1*, Smith) qui ne peut guère être hébergé que par cette plante, la plupart des autres virus du haricot et ceux du pois, ont une gamme d'hôtes étendue à beaucoup d'espèces botaniques, appartenant principalement à la famille des légumineuses, mais quelquefois également à celles des Solanées ou des Chénopodiacées. Si, expérimentalement, on a réussi à transmettre ces virus à plusieurs espèces de trèfles et de luzernes, les contaminations observées dans la nature sont le résultat de l'activité des insectes vecteurs, des aphides en l'occurrence, qui réalisent facilement la transmission de ces virus, des plantes légumières aux espèces avoisinantes et vice-versa. C'est ainsi, qu'à plusieurs reprises, on a identifié chez ces plantes naturellement infectées, plusieurs agents fort connus, de maladies graves du haricot et du pois cultivés.

Nous avons précédemment fait mention (DEVERGNE, 1959) d'un virus du trèfle blanc, rencontré dans la région de Versailles, et qui pouvait être considéré comme une souche nécrotique du virus de la mosaïque jaune du haricot (*Phaseolus virus 2*, Smith). Or, le trèfle violet est, lui aussi, très souvent infecté par des virus qui s'extériorisent chez cette plante par des mosaïques ou des nécroses. Le pourcentage des plantes contaminées peut, dans certains cas, atteindre 90 p.100 des individus, notamment en période automnale.

Des travaux anciens signalaient déjà de fortes attaques dues à des virus sur le trèfle violet : ELIOTT envisageait dès 1921, une forte virose sur *Trifolium pratense* et *Medicago arabica*.

Les descriptions de nouveaux virus des légumineuses et de leurs souches, se sont ensuite multipliées ; un grand nombre d'entre eux ont été reconnus chez le trèfle, soit seuls, soit en complexe. HANSON et HAGEDORN (1952) considéraient que dans l'état du Wisconsin, le trèfle violet se comportait réellement comme un véritable réservoir de virus.

L'identification des virus responsables des mosaïques ou des nécroses observées dans la nature, sur les trèfles violets, n'en est que plus délicate, beaucoup de ces virus ayant souvent des caractères communs, particulièrement en ce qui concerne leur symptomatologie.

Cependant, devant la généralisation des attaques dans certaines populations de trèfles, il apparaissait intéressant de chercher quels étaient les virus en cause et d'en déduire le rôle éventuel joué par ce trèfle comme source primaire d'inoculum.

### SYMPTOMES SUR TRÈFLE VIOLET

Les symptômes observés sur le trèfle violet sont très variables : ceci peut être le reflet de l'infection de la plante par plusieurs virus différents, pouvant d'ailleurs parfois se développer en synergie ; mais il faut également tenir compte du fait que nous n'avons pas affaire, dans la nature à un clone unique, mais bien à une population dont chaque individu peut réagir de façon différente. En ce qui concerne la réaction clonale du trèfle violet, rappelons les travaux de DIACHUN et HENSON (1956-1959) qui ont montré que la réaction nécrotique de certains clones du Kentucky, après leur inoculation par une souche de virus de la mosaïque jaune du haricot, était régie, dans la plante, par la présence d'un gène unique. Dans les populations étudiées, les symptômes varient de la mosaïque douce à la nécrose létale.

De plus, il faut envisager l'influence des conditions extérieures, température, humidité, durée d'éclairement, sur l'extériorisation des symptômes ; d'une manière générale, nous avons observé que ces derniers étaient fréquemment masqués lorsque l'on plaçait en serre (température de 19 à 25° C) des individus provenant de stations de plein air.

Si l'on considère que le symptôme observé dépend du virus (ou des virus) en cause, de l'individu infecté, du stade de l'infection au moment de l'observation et enfin des conditions ambiantes, il est certain qu'il est très difficile, sinon impossible de rattacher à un virus donné, un type de réaction qui lui soit caractéristique. Dans un souci de clarification, on est cependant tenté de classer les manifestations en quelques symptômes simples, en soulignant que cette distinction ne se justifie que par la commodité de l'exposé et ne correspond pas obligatoirement à l'infection par un virus donné.

C'est ainsi que ces symptômes peuvent se traduire par :

a) un éclaircissement des nervures (« vein clearing ») affectant le réseau des nervures dans son ensemble ;

b) une marbrure (« mottle ») en taches vert foncé et vert clair, assez larges, sans déformation du limbe ;



PLANCHE I.— *Trois types de symptômes sur le trèfle violet :*  
 B) mosaïque jaune des nervures. C) ponctuation nécrotique avec feuillage légèrement crispé.



c) une mosaïque jaune, en taches plus petites jaune clair, brillantes fréquemment au voisinage des nervures ;

d) une mosaïque fortement nécrotique, du type bigarrure (« streak ») en zones nécrotiques jaunes, puis brunes, allongées le long des nervures ;

e) une nécrose par points (« nécrotic spotting ») irrégulièrement disséminés sur le limbe ;

f) une déformation des folioles qui apparaissent boursoufflées, crispées ou gaufrées ;

g) un très net rabougrissement de la plante, allant jusqu'au nanisme avec croissance fortement perturbée.

Ces symptômes, peuvent se rencontrer seuls ou en complexe, la plante fortement nécrosée étant en général déformée et naine. La planche 1 montre trois exemples de symptômes sur le trèfle.

## VIRUS INFECTANT LE HARICOT

Le haricot cultivé (*Phaseolus vulgaris*, L.) est une des plantes les plus souvent utilisées pour la caractérisation des différents virus des légumineuses, en raison de la grande variabilité des symptômes qui se manifestent, suivant le virus contenu dans l'inoculum et suivant la variété de haricot testée. Les réactions sont de deux types, soit primaires sur les feuilles inoculées (le plus souvent on utilise les feuilles cotylédonaire), soit secondaires sur les feuilles trifoliolées qui se développent par la suite. Les premières sont du type lésions locales et apparaissent assez tôt après l'inoculation (entre deux et quatre jours) ; les secondes ne s'extériorisent que plus tard lorsque le virus devient systémique dans la plante.

Les résultats des inoculations que nous avons faites sur le haricot, sont résumés dans le tableau 1. Nous avons utilisé plusieurs variétés dont : *Triomphe de Farcy*, *Roi des Belges*, *Gloire de Deuil*, *Beurre de Rocquencourt*, *Aiguille vert*, *Widusa*, ainsi que *Coco nain blanc précoce*, *Coco Rose d'Eyragues*, *Contender*, *Top Crop* et *Michelet*, ces dernières variétés appartenant au groupe des haricots résistants au virus de la mosaïque commune.

Deux inoculums d'origine différente n'ont donné de réaction sur aucune des variétés testées ; un troisième a provoqué successivement les deux types de réactions (locale et systémique) ; pour les autres, seule une réaction systémique est apparue.

### 1. Les symptômes systémiques

Les symptômes systémiques apparaissent environ quinze jours après la date de l'inoculation (inoculation mécanique avec carborundum) ; inoculée au stade des deux feuilles cotylédonaire bien développées, la plante extériorise les symptômes les plus typiques au niveau de la deuxième feuille trifoliolée : la première feuille se distingue parfois des feuilles de la plante saine par un éclaircissement des nervures ou une marbrure diffuse ; lorsque la réaction est du type nécrotique, enfin, et surtout lorsque la plante est un peu chétive, l'arrêt de croissance avec streak foliaire peut se manifester dès le développement de la première feuille trifoliolée.

On a ainsi observé trois sortes de réactions :

- a) un éclaircissement des nervures ;
- b) une mosaïque qui est plus ou moins déformante ;
- c) une nécrose généralisée.

TABLEAU I

Résultats des inoculations sur haricots

Réponse du haricot, <i>Phaseolus Vulgaris</i> , L.					
Trèfles ayant fourni l'inoculum	Symptômes obtenus		Variétés utilisées		
	locaux	systémiques	(1) Nombre de plantes inoculées (2) Nombre de plantes infectées	(1)	(2)
<i>Plante n° 1</i> (V. C. ; feuilles gaufrées).....	0	0	Triomphe de Farcy Coco blanc précoce Contender Gloire de Deuil Widusa	8 5 10 6 5	0
<i>Plante n° 2</i> (M. ; NSp).....	0	M. forte ; sk (tige) ; N. T. MD ; cloques Cl. ; N.	Triomphe de Farcy Roi des Belges Rocquencourt Contender Michelet Top Crop	13 8 5 10 10 4	12 5 3 10 7 4
<i>Plante n° 3</i> (M. jaune ; Sk).....	0	V.C. Local	Triomphe de Farcy Gloire de Deuil Roi des Belges	10 8 5	10 7 5
<i>Plante n° 4</i> (Ma).....	0	0	Triomphe de Farcy Roi des Belges Rocquencourt Contender Coco blanc précoce Aiguille vert	10 5 8 10 5 5	0
<i>Plante n° 5</i> (M. jaune ; NSp).....	nervures rouges	N.T.	Triomphe de Farcy Roi des Belges Coco Rose d'Eyragues	8 6 5	8 6 5
<i>Plante n° 6</i> (Ma ; Cl Sp).....	0	Sk (tige) ; N.T.	Triomphe de Farcy Rocquencourt	5 6	3 4
<i>Plante n° 7</i> (M. jaune ; St).....	0	M. jaune plane	Michelet Gloire de Deuil Roi des Belges	10 8 5	10 7 5

Abréviations utilisées dans les tableaux.

M = mosaïque.  
MD = mosaïque déformante.  
Ma = marbrure.  
Cl = clorose.  
ClSp = taches chlorotiques (« chlorotic spotting »).  
N = nécrose.  
NSp = taches nécrotiques (« necrotic spotting »).

N.T. = nécrose apicale (« top necrosis »).  
N.V. = nécrose des nervures.  
V.C. = éclaircissement des nervures (« vein clearing »).  
Sk = streak.  
St = rabougrissement (« Stunt »).  
W = flétrissement (« Wilt »).

a) L'éclaircissement des nervures est apparu à l'origine sur les variétés : *Triomphe de Farcy*, *Roi des Belges* et *Gloire de Deuil* ; il n'affecte que certaines régions du limbe, par petites plages irrégulières ; en ceci il se distingue donc aisément du « vein clearing » généralisé qui se manifeste parfois au début d'une infection par le virus de la mosaïque commune. Par suite, les symptômes peuvent se masquer. La plante n'est pas affectée dans son développement.

Des inoculations secondaires à partir de ces plantes infectées, ont reproduit des symptômes analogues sur la plupart des variétés de haricots utilisées, sans jamais qu'il n'y ait ni mosaïque ni nécrose.

b) Les mosaïques sont beaucoup plus graves pour la plante. Si l'on considère les réactions de la variété *Michelet* on s'aperçoit que dans certains cas, la mosaïque reste plane et ne diffère pas des manifestations typiques du virus de la mosaïque jaune, alors que dans d'autres cas, elle revêt un caractère beaucoup plus déformant. Cette dernière réaction semble intéressante à divers titres :

1° elle est grave car la plante en souffre rapidement ;

2° les observations en champs ont permis de constater à plusieurs reprises qu'un certain pourcentage de plantes présentait ce faciès ;

3° outre le trèfle violet, à partir duquel le virus a été obtenu, la fève paraît également être une plante infectée dans les conditions naturelles.

Les manifestations les plus caractéristiques sont celles des variétés *Michelet*, *Contender* et *Top Crop*. Les premières feuilles mosaïquées sont encore de taille normale : elles sont simplement gaufrées et le limbe est maculé de larges taches jaune vif et vert foncé, ces dernières se localisant préférentiellement près des nervures rappelant ainsi un « vein banding ». Puis les feuilles suivantes sont de plus en plus naines et déformées, avec cloques (planche II, A) et rétrécissement de l'extrémité du limbe, jusqu'à devenir dans les cas les plus graves, tout à fait filiformes (planche II, B). La croissance du végétal est considérablement ralentie ; des pousses axillaires atrophiées se développent simultanément, donnant un aspect buissonnant.

Sur le haricot *Contender*, les symptômes évoluent parfois vers la nécrose des feuilles de la base qui flétrissent après s'être colorées de brun.

D'autres variétés se révèlent beaucoup moins sensibles au virus, tels les haricots *Gloire de Deuil*, *Roi des Belges* ou *Supermétis*.

Le virus se transmet facilement à la fève qui réagit par une forte mosaïque (planche II, D) avec feuilles légèrement gaufrées. Il n'y a pas de streak nécrotique sur tige. Par ailleurs, des féverolles gravement mosaïquées qui avaient été récoltées dans une parcelle expérimentale, hébergeaient le même virus, comme l'ont montré les inoculations sur les haricots précédents. D'autres fèves prélevées dans différentes cultures de la région Parisienne, étaient également contaminées par ce virus ; quelquefois ce dernier s'y trouvait d'ailleurs en complexe avec le virus de la mosaïque du pois.

La plupart des trèfles, *Trifolium repens*, *T. alexandrinum*, *T. hybridum* sont sensibles au virus. Le pois inoculé accuse une marbrure vert foncé et vert clair (planche II, E) ; le pois de senteur, *Lathyrus odoratus*, *L.*, montre par contre une mosaïque grave avec déformation des folioles.

c) La nécrose apicale, a été fréquemment obtenue en serre, sur le haricot. Les nervures des jeunes feuilles sont fortement nécrosées ; le limbe est également pon-





PLANCHE 2. — *Les mosaïques du haricot :*

A : cloques et déformations sur jeunes feuilles de « Contender ». — B : déformation avec filiformisme (« Contender »). — C : nécrose de la 2<sup>e</sup> feuille trifoliolée et flétrissement apical (« Roi des Belges »). — D : mosaïque forte sur fève (« Séville à longue cosse »). — E : marbrure sur pois.

tué de petites taches nécrotiques ; la croissance est totalement arrêtée ; les feuilles qui flétrissent se détachent facilement de la plante et le point végétatif se dessèche (planche II, C). Parfois la réaction est assez brutale pour que même la première feuille trifoliolée n'ait pas le temps de se développer. Certaines variétés sont très sensibles comme *Michelet*, *Coco nain blanc précoce* et *Triomphe de Farcy*.

Les symptômes sont les mêmes que ceux décrits précédemment avec la souche nécrotique issue du trèfle blanc. Le virus a la même gamme d'hôtes : réaction nécrotique sur la fève, mosaïque accompagnée de rabougrissement sur le pois, lésions locales sur le *Vigna sinensis*, var. *black*.

Le virus de la mosaïque jaune du haricot (« bean Yellow mosaïc virus » BYMV) tel qu'il a été décrit à l'origine par PIERCE (1934) peut infecter le trèfle violet. Beaucoup de souches différentes ont été successivement décrites, qui se distinguent notamment par les symptômes plus ou moins graves qu'elles occasionnent par inoculation sur différentes variétés de haricots. La plupart, dont le spectre d'hôtes est toujours très étendu, passent sur le trèfle violet. On remarque cependant que le trèfle violet serait résistant aux virus « pod distorting » et « necrotic strain », décrits respectivement par GROGAN et WALKER (1948) et ZAUMEYER et FISHER (1953), ainsi qu'à une souche I envisagée par GOODCHILD (1956).

Par contre, certaines souches du BYMV ont été directement issues de ce trèfle comme, celle, isolée en Floride par CORBETT (1957).

MENZIES (1952) et SWENSON (1957) ont insisté sur le rôle de foyer primaire des virus de la mosaïque jaune, joué par *Trifolium pratense*, ainsi d'ailleurs que par la luzerne et les mélilots. Plusieurs espèces d'aphides peuvent réaliser la propagation de ces virus parmi lesquelles *Acyrtosiphon onobrychis*, Harris, est une des plus efficaces. On remarque également que, selon ADLERZ (1959), une des meilleures sources de ces virus serait la fève, avant le trèfle, le pois et le haricot.

Les résultats que nous avons obtenus sur le haricot, en ce qui concerne les réactions systémiques non précédées de manifestations locales, nous permettent de penser également que nous avons affaire en France, à plusieurs souches du virus de la mosaïque jaune du haricot, hébergées par le trèfle violet.

A côté du virus type, responsable des mosaïques jaunes et planes, nous sommes amenés à envisager l'existence d'une souche faible, responsable de l'éclaircissement des nervures obtenu localement sur la plupart des variétés, et de souches fortes à caractère déformant et nécrotique. Ces dernières sont plus difficilement séparables sur le haricot. La variété *Triomphe de Farcy*, par exemple, donne presque toujours une nécrose apicale, alors que d'autres variétés, moins sensibles à la souche nécrotique, ne présentent au contraire qu'un streak foliaire plus tardif, et développent quelques pousses axillaires fortement déformées. Cependant si l'on envisage les réponses du haricot *Michelet*, nous obtenons, ou bien des symptômes déformants, ou bien des symptômes nécrotiques. De plus, sur la fève, il est certain que l'un des isoléments est beaucoup plus nécosant que l'autre.

Il semble qu'il faille attacher une certaine importance à ces souches : si le trèfle violet est naturellement contaminé, le trèfle blanc héberge également, nous l'avons indiqué précédemment, la souche nécrotique. Enfin, la fève apparaît, comme un hôte certain de ces virus. Le rôle joué par ces trois espèces est donc indéniable comme réservoir (qu'elles se comportent en foyers primaires ou plantes de relai).

## 2. Les réactions locales.

Des lésions locales sont apparues, deux ou trois jours après l'inoculation sur les feuilles cotylédonnaires de certaines variétés, inoculées avec un jus provenant de trèfle mosaïqué. La réaction a été confirmée par plusieurs répétitions.

Les symptômes sont les suivants :

— Sur les haricots *Roi des Belges*, et *Coco Rose d'Eyragues* les nervures principales se nécrosent par places et deviennent rouge brunâtre ; cette coloration est bien visible à la face inférieure de la feuille ; quelques fortes lésions marginées de rouge, irrégulières, apparaissent également, contiguës aux nervures. Sur le haricot, *Triomphe de Farcy*, les lésions nécrotiques sont plus nombreuses, beaucoup plus petites (1 mm de diamètre), toujours localisées au niveau de petites nervures nécrosées ; il y a de même nécrose des nervures principales ; le limbe est gaufré, surtout aux endroits où les lésions deviennent confluentes.

Dans tous les cas les manifestations locales sont suivies par une sévère affection systémique ; nécrose de la première feuille, de la tige et mort rapide du point végétatif (planche IV C, D, E).

Le virus responsable a été transmis à plusieurs solanées dont les tabacs. Des broyats de feuilles infectées de *Nicotiana glutinosa*, ont reproduit sur le haricot les symptômes précédemment décrits (locaux et systémiques).

Le tabac, *N. tabacum*, et le *N. Xanthi*, réagissent par l'apparition de petits arcs nécrotiques blanchâtres, disposés soit en cercles concentriques, soit en lignes parallèles le long des nervures (planche III, A, B, C) ; les symptômes se développent tant sur les feuilles inoculées que sur les suivantes ; parfois ils sont plus accusés sur une moitié de la feuille ce qui occasionne une déformation en arc de celle-ci ; les zones atteintes prennent une coloration jaunâtre en plages irrégulières. Les symptômes se masquent facilement. Sur le tabac *Kentucky*, il apparaît quelques points nécrotiques, entourés d'un large halo vert clair ou jaune, diffus ; la feuille devient rapidement chlorotique. Les feuilles supérieures extériorisent d'une manière assez capricieuse ; sur les plus âgées et après un certain temps peuvent se dessiner des arabesques blanchâtres, du type feuille de chêne (« oak leaf pattern ») (planche IV, A, B).

Le *N. glutinosa* répond de façon très caractéristique : les symptômes systémiques apparaissent les premiers ; c'est une marbrure diffuse assez déformante. Puis, sur les feuilles de la base, se dessinent des lignes blanchâtres, contigues aux nervures, ou des cercles du type « ring spot » classique ; ces feuilles deviennent plus cassantes, s'enroulent sur les bords et se nécrosent enfin (planche III, D, E).

Les virus capables de provoquer des symptômes locaux sur le haricot, sont nombreux ; certains ne deviennent jamais systémiques et la plante ne montre pas de symptôme sur les feuilles se développant après l'inoculation ; c'est le cas du virus type de la mosaïque de la luzerne, de la souche particulière propre au trèfle blanc, décrite par KREITLOW et BRICE (1949) sous l'appellation « Yellow patch » ; de même pour les virus de la « Southern bean mosaic » (ZAUMEYER et HARTER, 1943) et du « pod mottle » (ZAUMEYER et THOMAS, 1948) décrits aux États-Unis. (Ce dernier sur certaines variétés seulement).

Pour d'autres, au contraire il y a généralisation de l'infection, qui se traduit par des symptômes plus au moins graves, soit une mosaïque quelquefois assez proche de celle due au virus de la mosaïque jaune, c'est le cas pour le virus de la mosaïque



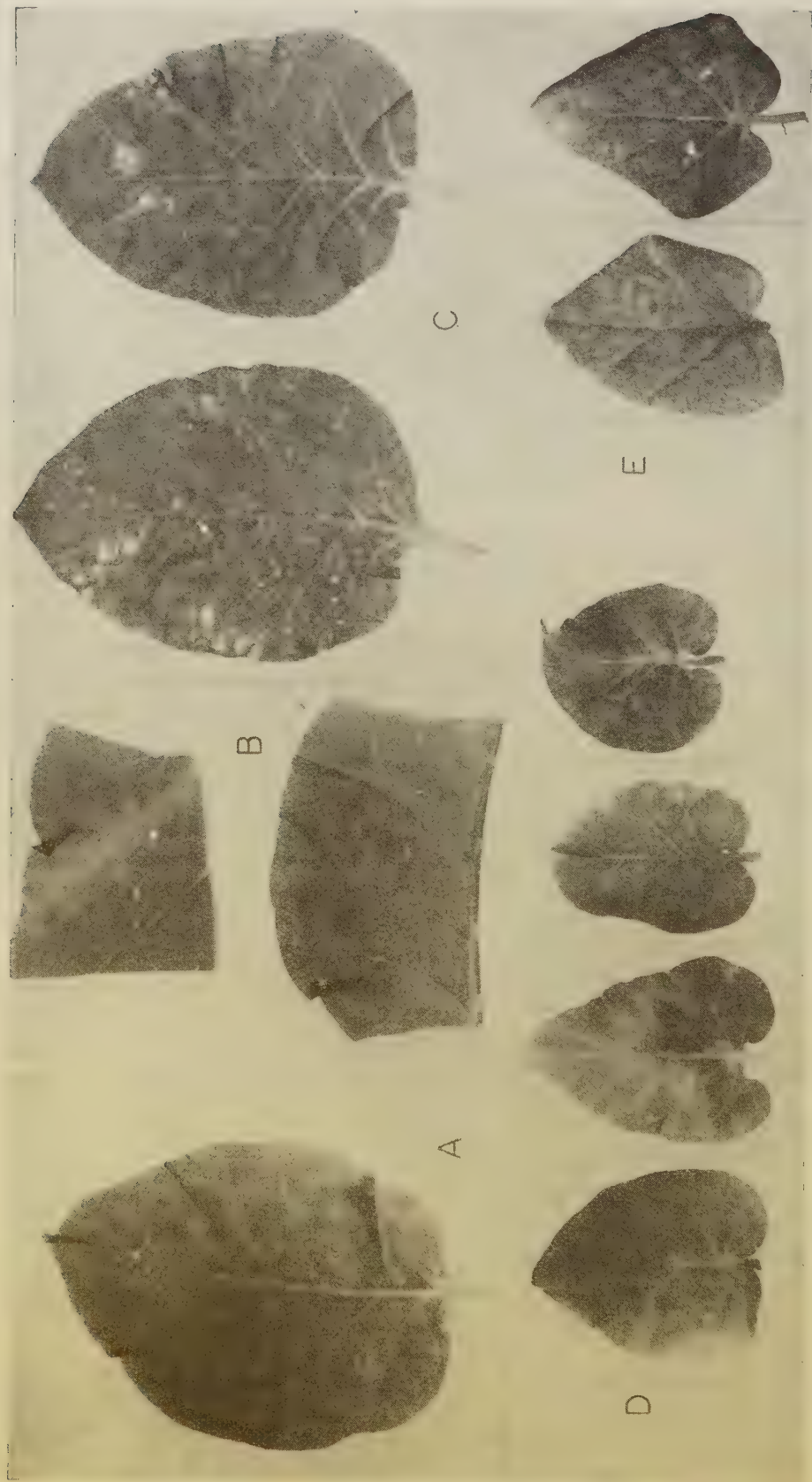


PLANCHE 3. — Symptômes de « streak » sur tabac et *N. glutinosa*.

A : arcs nécrotiques sur feuille inoculée (tabac « Xanthi »). — B : détails : lignes nécrotiques suivant les nervures (tabac « Samsun » et « Xanthi »). — C : ponctuation nécrotique irrégulière ou en cercles, et Ring spot (« Xanthi »). — D : taches chlorotiques et légère déformation du limbe (*N. glutinosa*). — E : Ring spot tardif sur feuilles âgées (*N. glutinosa*).

jaune de la luzerne, de ZAUMEYER (1953), des souches systémiques du virus de la mosaïque de la luzerne, retrouvées par HOUSTON et OSWALD (1953) sur le trèfle blanc, du virus du « Yellow dot » de THOMAS (1951) ainsi que du virus de la mosaïque du trèfle blanc, « Witte klaver virus » décrit notamment en Hollande. (Bos, 1959) - soit une nécrose généralisée comme pour les souches nécrotiques du virus de la mosaïque de la luzerne, « Alfalfa virus N » de Mc WHORTER (1949) « Tuber necrosis » d'OSWALD (1950) ou « potato calico » de BLACK et PRICE (1940). Le virus du streak du tabac (*Annulus orae*, Holmes) a également été décrit sur le haricot sous le nom de « Red node » par THOMAS et ZAUMEYER (1950) ; enfin il existe certaines souches du Ring spot du tabac infectieuses pour le haricot.

Les symptômes du virus étudié, obtenus sur le tabac et le *N. glutinosa* le font se ranger dans le grand groupe des virus du type Ring spot.

La nature des lésions locales sur haricot, localisées aux nervures avec coloration rouge, le rapproche des virus du Red node et de la mosaïque jaune de la luzerne. La réaction nécrotique pourrait faire songer à celle des souches nécrotiques de la mosaïque de la luzerne, comme à certaines manifestations, (notamment en serre) du virus du Red node. Les nécroses en lignes brisées sur le tabac, rappellent les symptômes du streak.

Traités par la chaleur à 62 °C pendant dix minutes, les jus de tabac perdent leur pouvoir infectieux, ce qui éloigne le virus des souches de la mosaïque de la luzerne. Par contre, on sait que la température d'inactivation du virus du streak du tabac est aux environs de 56 °C.

Le virus du streak du tabac, a une gamme d'hôtes extrêmement large appartenant à 22 familles botaniques : chez les légumineuses, il infecte le haricot, le pois, la fève et la plupart des trèfles.

Il a déjà été reconnu présent chez certaines d'entre elles dans les conditions naturelles ; on l'a retrouvé sur le trèfle blanc ; ZAUMEYER (1959) en isole une souche à partir de luzerne d'ailleurs porteuse saine. GRACIANO PATINO et ZAUMEYER (1959) étudient également un streak provenant de pois. Bien que cette souche n'infecte pas le trèfle violet, on peut remarquer l'identité des symptômes obtenus sur le haricot avec ceux que nous avons observés.

### VIRUS INFECTANT LE POIS

Certains inoculums préparés à partir de trèfle violet n'ont pas donné de symptôme sur les haricots inoculés. Par contre, le pois a violemment réagi. Les variétés utilisées étaient *Annonay*, *Chemin long*, *Téléphone nain*, et *Serpette*, choisies parmi les variétés les plus cultivées. Les résultats sont résumés dans le tableau 2.

Deux modes de réponses du pois ont été retenus ; — dans certains cas, on observe un flétrissement particulièrement rapide lorsque l'on opère en serre ; ce flétrissement fait suite à un rabougrissement notable de la plante avec ou sans marbrure diffuse sur les feuilles ; les feuilles inoculées flétrissent les premières.

Le virus responsable a été repris à partir des pois ayant été inoculés avec des extraits ne donnant pas de réactions sur le haricot, ce qui élimine la présence éventuelle des virus précédemment décrits, en complexe avec celui-là. Le flétrissement du pois a cependant été obtenu également à partir de trèfles hébergeant des souches de la mosaïque jaune du haricot.

— quelquefois, au contraire, le pois inoculé extériorise une forte mosaïque avec plages jaune vif alternant avec des îlots vert foncé ; les zones vertes accompagnent fréquemment les nervures donnant un aspect « vein banding » ; la plante a une croissance presque normale ; elle est seulement un peu étiolée. (planche V, A, B.).

Cette dualité de symptômes sur le pois, nous a permis d'envisager deux virus différents, ce qui a été confirmé par les inoculations secondaires sur le trèfle violet, et la fève.

Sur le trèfle violet, des jus infectieux provenant de pois en voie de flétrissement ont provoqué l'apparition tardive d'un éclaircissement prononcé du réseau des nervures avec rabougrissement de la plante ; les jus préparés à partir de pois mosaïqués ont de leur côté donné naissance à une mosaïque jaune typique. On remarquera que cette double réponse est significative, les transmissions ayant été réalisées sur des pieds appartenant à un même clone, issu de semis.

La fève également réagit différemment : alors que la réponse est assez discutable dans le premier cas, il y a apparition d'une forte mosaïque également du type « vein banding », lorsque la plante est inoculée avec un jus de pois mosaïqué. (planche V, C). Avec cette dernière source d'inoculum, les trèfles blanc, hybride et d'Alexandrie ont réagi de même par une mosaïque.

Plusieurs inoculations ont été répétées sur le haricot sans donner de résultats, avec des inoculums issus de pois, de fève, ou de trèfle violet.

TABLEAU 2  
*Résultats des inoculations sur pois*

Réponses du pois, <i>Pisum sativum</i> , L				
Trèfles ayant fourni l'inoculum	Sensibilité du haricot	Réponses du pois		
		(1) Nombre de plantes inoculées (2) Nombre de plantes infectées	(1)	(2)
Plante n° 1 ..... V.C.	0	W feuilles coty } Annonay lédonnaires } Chemin long St; Ma. } Serpette	10 10 8	10 8 7
Plante n° 4 ..... (Ma)	0	M. forte } Téléphone nain Serpette	5 10	4 10
Plante n° 7 ..... (M. jaune ;) ST	+	N.T. ; M. faible } Annonay Téléphone nain Serpette	10 5 10	8 3 8

Deux virus pouvant se rencontrer sur le trèfle violet, ne donnent pas de symptômes sur le haricot ; leur symptomatologie est en accord avec les résultats obtenus : ce sont le virus de la mosaïque des nervures du trèfle violet, (« red clover vein mosaic virus » RCVMV) et le virus de la mosaïque commune du pois ou virus 2 du pois.

Le virus de la mosaïque des nervures du trèfle violet a été décrit par OSBORN en 1937 et HANSON et HAGEDORN (1951) l'ont identifié au virus du rabougrissement du pois (« Wisconsin pea stunt ») de HAGEDORN et WALKER (1949). Ce virus a été ensuite





PLANCHE 4. — Symptômes du « streak » sur Tabac « Kentucky » et sur Haricot.

A : taches chlorotiques (tabac « Kentucky »). — B : dessins en feuille de chêne (« oak leaf pattern » ; tabac « Kentucky »). — C : lésions locales sur feuilles cotylédonnaires (haricot « Triomphe de Farcy »). — D : nécroses sur feuille trifoliolée et streak sur tige (haricot « Triomphe de Farcy »). — E : détail de la nécrose des nervures sur feuilles cotylédonnaires (haricot « Triomphe de Farcy »).

reconnu et étudié dans plusieurs pays d'Europe dont la Hollande, l'Allemagne (HAGEDORN, 1958), la Pologne (KOCHMAN et STACHYRA, 1958), la Finlande (JAMALAINEN, 1957) et la France.

Aux Etats Unis, dans l'état de Wisconsin, selon GRAVES et CLINTON, 22 p.100 des trèfles violets seraient contaminés en fin de saison par ce virus, contre 2 p.100 d'attaques d'une autre origine. Le virus a également été reconnu sur le trèfle blanc (ROBERTS, 1957), la luzerne lupuline et les mélilots (GRAVES et HAGEDORN, 1956). Mais on sait qu'il porte surtout préjudice aux cultures de pois ; les plantes atteintes sont fortement rabougries et, si l'infection est précoce, la récolte peut être compromise.

De son côté, le virus de la mosaïque commune du pois a été observé il y a fort longtemps sur le trèfle violet, puisque une des premières mosaïques remarquées par DOOLITTLE et JONES en 1925 doit lui être attribuée. Dès cette date, le trèfle était déjà considéré comme une source primaire possible pour le virus.

Sur le pois, la mosaïque plane qu'on peut lui attribuer est des plus fréquentes. Nous l'avons également observée sur la fève.

Ces deux virus peuvent être transmis par insectes vecteurs parmi lesquels le puceron vert du pois et le puceron vert du pêcher sont les plus répandus. On sait que le pois est la plante de choix pour l'*Acyrtosiphon onobrychis* vecteur de la mosaïque des nervures du trèfle violet (GRAVES et HAGEDORN, 1956).

## CONCLUSION

Le trèfle violet présente souvent des symptômes de maladies à virus : éclaircissement des nervures, marbrures, mosaïques, rabougrissement ou nécroses. Ces symptômes sont le reflet de la présence dans la plante d'un ou de plusieurs virus, à chacun desquels il semble difficile d'attribuer une manifestation externe particulière.

Le but des essais relatés ici, était de reconnaître quelques virus présents dans les complexes responsables de ces symptômes ; pour ce, certains hôtes ont été choisis afin de les identifier, et les manifestations obtenues sur ces plantes après l'inoculation mécanique avec des extraits infectieux provenant de trèfles mosaïqués, ont permis de séparer plusieurs virus ou souches de virus.

On a ainsi isolé :

1° plusieurs souches de virus de la mosaïque jaune du haricot ;

2° un virus apparenté au virus du streak du tabac ;

3° le virus de la mosaïque des nervures du trèfle violet ;

4° le virus de la mosaïque commune du pois. *Common pea mosaic*

Les réactions différentielles utilisées pour caractériser chacun de ces virus sont résumées dans le tableau 3.

Le virus du streak du tabac, ne paraît pas, jusqu'ici avoir été signalé en France. Sa présence sur le trèfle violet incite à penser qu'il pourrait être hébergé par plusieurs autres espèces, les virus de ce groupe ayant toujours une gamme d'hôtes très large. Toutefois, son mode de propagation reste à élucider.

Les autres virus, au contraire, sont, on le sait, aisément transmis par pucerons. Par ailleurs, ils sont responsables de maladies souvent graves du haricot et du pois. Sur le plan économique, il semble inutile d'insister sur les préjudices qu'ils portent à ces cultures.



PLANCHE 5. — *Mosaïque commune du pois*:  
 A : forte mosaïque avec « vein banding » (en champ) (pois « Serpette »). — B : mosaïque obtenue en serre (pois « Serpette »). — C : mosaïque sur folioles de fève (« Séville à  
 longue cosse »).



La lutte contre une virose déclarée est, dans la plupart des cas impossible ; c'est pourquoi les armes dont nous disposons ont essentiellement pour objet d'empêcher que la contamination ait lieu ; on intervient alors, soit au niveau de la source de virus, soit lors de la propagation de celui-ci, soit encore en utilisant des plantes résistantes. Or, nous cultivons, et nous cultiverons encore longtemps des variétés intéressantes, ayant fait leurs preuves sur le marché, mais qui, malheureusement sont sensibles à ces virus ; pour le moment du moins, elles ne peuvent pas toujours être remplacées par une des variétés résistantes, dont nous n'avons encore qu'un choix restreint. Dans ce cas, nous ne pouvons qu'essayer de diminuer (ou de supprimer si possible) la venue et la pullulation dans la culture d'insectes vecteurs infectieux. C'est là que la connaissance des foyers primaires et des plantes relais devient d'une importance primordiale.

TABLEAU 3

*Réactions de quelques hôtes utilisés pour la caractérisation de certains virus du trèfle*

Virus reconnus	Réactions différentielles utilisées			
	Haricot	Pois	Fève	Tabac
1. Souches du virus de la <i>M. jaune du Haricot</i> ...				
— souche faible .....	V. C. local		M. faible	0
— souche « déformante »	MD ; St	Ma	M. forte	0
— souche « nécrotique »	N. V. (feuilles trifoliolées) ; Sk (tige) ; N. T.	M. ; St	M. ; N. ; Sk	0
2. Virus du <i>streak du tabac</i>	N. Sp locales ; N. V. ; N. T.	Sk léger	?	anneaux nécrotiques ; Ring spot
3. Virus de la <i>M. des nervures du trèfle violet</i> ...	0	St. ; W,	?	0
4. Virus de la <i>mosaïque commune du pois</i> .....	0	M. forte « vein banding »	M. forte « vein banding »	0

Théoriquement la suppression des réservoirs pourrait, à elle seule, résoudre la question, la graine, en général, n'étant pas porteuse des virus qui nous intéressent. Malheureusement, nous venons de confirmer, à ce sujet, ce que des observations nous faisaient déjà pressentir, et ce qui avait été à plusieurs reprises partiellement reconnu dans plusieurs pays : une espèce vivace aussi répandue que le trèfle violet héberge bien, en France, plusieurs virus de légumineuses et, par conséquent, est capable de constituer une immense source infectieuse à partir de laquelle des vecteurs, même occasionnels à l'origine, véhiculent le virus vers d'autres plantes et notamment vers les cultures légumières (des espèces relais, pouvant occasionnellement entrer dans le processus de dissémination).

À côté du trèfle violet, le trèfle blanc joue pour certains virus un rôle identique. Il est certain qu'une investigation plus large des espèces spontanées révélerait la présence de virus sur les luzernes, les mélilots et autres légumineuses communes ;

certaines notations de symptômes pourraient servir de point de départ à une confirmation vraisemblable de cette hypothèse. Enfin, nous avons signalé l'importance du rôle de la fève comme plante relais.

Pratiquement, il est évidemment impossible de supprimer totalement les foyers primaires présumés, en éliminant des espèces que l'on rencontre partout en abondance. On peut cependant, dans une certaine mesure, diminuer les chances de contaminations et c'est dans cet esprit que nous devons conclure.

Nous devons attirer l'attention de l'agriculteur sur le fait que les responsables des maladies qui se développent sur les cultures légumières et qui se traduisent par des « dégâts » quelquefois spectaculaires, sont susceptibles de se trouver présents à proximité, chez des plantes secondaires ou spontanées, dont il ne se préoccupe pas, et chez lesquelles l'affection ne s'extériorise que beaucoup plus discrètement.

Quelquefois, l'élimination du foyer est possible ; elle entre dans le cadre des travaux culturaux ; notamment le nettoyage des abords du champ. On peut également préconiser, dans la mesure du possible, un certain isolement des parcelles : éviter la proximité de luzernes ou de prairies artificielles. Mais, il faut bien avouer que dans ce domaine, on ne peut formuler de règle précise, chaque région de culture ayant ses impératifs dictés par les caractéristiques des milieux, physique, économique et humain. C'est donc à l'échelon régional qu'il convient d'envisager des mesures pratiques qui seraient susceptibles de s'avérer efficaces. D'autant plus qu'on ne saurait dissocier les facteurs foyers primaires et activité des pucerons vecteurs et que ce dernier, plus que tout autre, dépend étroitement du milieu

*Reçu pour publication en février 1961.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADLERZ W. C., 1959. Factors affecting transmission of bean yellow mosaic virus. *J. Econ. Entomol.* **52**, 260-262.
- BLACK L. M., PRICE W. C., 1940. The relationship between viruses of potato calico and alfalfa mosaic. *Phytopathology*, **30**, 444-447.
- BOS L., DELEVIC B., VAN der WANT J. P. H., 1959. Investigations on white clover mosaic virus. *T. Plantenziek.* **65**, 89-106.
- CORBETT M. K., 1957. Local lesions and cross protection studies with bean yellow mosaic virus. *Phytopathology*, **47**, 573-574.
- DEVERGNE J. C., 1959. Identification à partir de *Trifolium repens* L., d'un virus proche du virus de la mosaïque jaune du haricot, Phaseolus virus 2, Smith. *Ann. Epiphyties*, **4**, 475-489.
- DIACHUN S., HENSON L., 1956. Symptom reaction of individual clover plants to yellow bean mosaic virus. *Phytopathology*, **46**, 150-152.
- DIACHUN S., HENSON L., 1959. Inheritance of necrotic, mottle and resistant reaction to BYMV in clones of red clover. *Phytopathology*, **49**, 537.
- DOOLITTLE S. P., JONES F. R., 1925. The mosaic disease in the garden pea and other legumes. *Phytopathology*, **15**, 763-772.
- ELIOTT J. A., 1921. A mosaic of sweet and red clovers. *Phytopathology*, **11**, 146-148.
- GOODCHILD D. J., 1956. Relationships of legumes viruses in Australia. I. Strains of bean yellow mosaic virus and pea mosaic virus. *Austral. J. Biol. Sci.*, **9**, 213-230.
- GRACIANO PATINO, ZAUMEYER W. J., 1959. A new strain of tobacco streak virus from peas. *Phytopathology*, **49**, 43-48.
- GRAVES C. H., 1954. The red clover vein mosaic virus, its natural leguminous hosts, symptomatology, incidence and transmission in Wisconsin. *Ph. D. Thesis Univ. Wisconsin.*
- GRAVES C. H., HAGEDORN D. J., 1956. The red clover vein mosaic virus in Wisconsin. *Phytopathology*, **46**, 257.
- GROGAN R. G., WALKER J. C., 1948. A pod distorting strain of the yellow mosaic virus of bean. *J. Agric. Res.*, **77**, 301-314.
- HAGEDORN D. J., 1958. Some observations on diseases of *Pisum sativum* in several European countries in 1957. *T. Plantenziek*, **64**, 263.
- HAGEDORN D. J., BOS L., VAN der WANT J. P. H., 1959. The red clover vein mosaic virus in the Netherlands. *T. Plantenziek.*, **65**, 13-23.

- HAGEDORN D. J., HANSON E. W., 1951. The relationship between Wisconsin pea stunt and red clover mosaic. *Phytopathology*, **41**, 813-819.
- HAGEDORN D. J., WALKER J. C., 1949. Wisconsin pea stunt, a newly described disease. *J. Agr. Res.* **78**, 61-7626.
- HANSON E. W., HAGEDORN D. J., 1952. Red clover, a reservoir of legume viruses in Wisconsin. *Phytopathology*, **42**, 467.
- HOUSTON B. R., OSWALD J. W., 1953. The mosaic virus disease complex of Ladino clover. *Phytopathology*, **43**, 271-276.
- JAMALAINEN E. A., 1957. On plant virus diseases and virus like diseases in Finland. *Publ. Finn. State Agr. Res. Board.*, 158.
- KOCHMAN J., STACHYRA T., 1958. Beitrage zur Kenntnis der Pflanzlichen virus krankheiten und virus verdachtigen Erscheinungen in Polen. *Nachr. bl. dtsh. Pflansenschutzdienst* (Berlin). **12**, 41-50.
- KREITLOW K. W., PRICE W. C., 1949. A new virus disease of Ladino clover. *Phytopathology*, **39**, 517-528.
- Mc WHORTER, 1949. Alfalfa virus N. *Phytopathology*, **39**, 861.
- MANGLITZ G. R., KREITLOW K. W., 1960. Vectors of alfalfa and bean yellow mosaic viruses in ladino white clover. *J. Econ. Entomol.*, **53**, 113-115.
- MENZIES J. D., 1952. Observations on the introduction and spread of bean diseases into newly irrigated areas of the columbia basin. *Plant. Disease Repr.*, **36**, 44-47.
- OSBORN H. T., 1937. Vein mosaic of red clover. *Phytopathology*, **27**, 1051-1058.
- OSWALD J. W., 1950. A strain of the alfalfa mosaic virus causing vine and tuber necrosis in potato. *Phytopathology*, **40**, 973-991.
- PIERCE W. H., 1934. Viroses of the bean. *Phytopathology*, **24**, 87-115.
- ROBERTS D. A., 1957. Natural infection of Ladino clover by the red clover vein mosaic virus. *Plant Disease Repr.*, **41**, 928-929.
- SWENSON K. G., 1957. Transmission of bean yellow mosaic virus by aphids. *J. Econ. Entomol.*, **50**, 727-731.
- THOMAS H. R., 1951. Yellow dot, a virus disease of bean. *Phytopathology*, **41**, 967-974.
- THOMAS H. R., ZAUMEYER W. J., 1950. Red node, a virus disease of bean. *Phytopathology*, **40**, 137-149.
- ZAUMEYER W. J., 1953. Alfalfa yellow virus systemically infectious to bean. *Phytopathology*, **43**, 38-42.
- ZAUMEYER W. J., 1959. New tobacco streak virus from symptomless alfalfa infectious to beans. *Phytopathology*, **49**, 555.
- ZAUMEYER W. J., FISCHER H. H., 1953. A new necrotic lesion producing strain of yellow bean mosaic. *Phytopathology*, **43**, 45-49.
- ZAUMEYER W. J., HARTER L. L. 1943. Two new virus diseases of beans. *J. Agric. Res.*, **67**, 305-327.
- ZAUMEYER W. J., THOMAS H. R., 1948. Pod mottle, a virus disease of beans. *J. Agric. Res.*, **77**, 81-96.
-



## CHRONIQUE DES LIVRES

---

LHOSTE (J.). — **Les fongicides.**, O.R.S.T.O.M., Paris, 1960, 132 p. (Prix : 8 N.F.)

Ce fascicule, consacré à l'étude des fongicides d'intérêt agricole, retrace en premier lieu l'histoire de la découverte des fongicides. L'auteur énumère ensuite les principaux fongicides actuellement utilisés et qu'il classe en quatre grandes catégories ainsi établies :

les fongicides *minéraux* : chlorures de mercure, sels de cuivre, soufre, bouillies sulfocalciques...,

les fongicides *organo-métalliques* : organo-mercuriels, organo-stanniques, organo-nickel...,

les fongicides *organiques* : acides dithiocarbamiques et dérivés, les dérivés du benzène et des phénols, les quinones, les ammoniums quaternaires...,

les substances antibiotiques, au nombre de trente-cinq.

Au total, près de cent cinquante substances fongicides sont étudiées. Pour la plupart de ces produits, J. LHOSTE donne : la formule, les propriétés chimico-physiques, la phytotoxicité, la toxicité pour l'homme et les animaux à sang chaud et les principales applications.

L'ouvrage se termine en évoquant les problèmes de synergie dans les mélanges de fongicides et la question de la résistance des champignons aux toxiques.

Un index bibliographique comprend cent cinquante références.

Nul doute que ce travail ne rende à tous les techniciens intéressés par ce genre de produits les plus grands services.

LECLERCQ (J.) — **Perspectives de la Zoologie européenne. Histoire. Problèmes contemporains.**

J. Duculot, Gembloux et Maison rustique, Paris, 1959, 162 p.,

L'ouvrage de M. LECLERCQ comprend deux parties. La première, qui occupe les trois quarts du volume, traite de l'histoire de la zoologie en Europe. Dans cet aperçu historique, qui remonte à l'époque préhistorique, la part la plus importante est réservée, à bon droit, à l'essor de la pensée et aux progrès réalisés au XIX<sup>e</sup> siècle dans ce domaine particulier. Il n'était pas possible à l'auteur, dans le petit nombre de pages dont il disposait, d'étudier d'une manière approfondie un aussi vaste sujet. Des tableaux permettent de n'oublier aucun nom et des références bibliographiques offrent au lecteur intéressé par un point particulier la possibilité de se reporter à des travaux plus détaillés. Des illustrations contribuent à rendre particulièrement attrayante la lecture de cette première partie.

La deuxième partie du livre est consacrée à l'analyse de la situation actuelle des recherches zoologiques en Europe et de leurs perspectives d'avenir. L'auteur souligne l'influence de plus en plus grande exercée sur la recherche scientifique européenne par les contingences politiques et économiques. Il constate que « la transformation de la zoologie internationale des amateurs en une somme de zoologies nationales organisées a un caractère inéluctable et irréversible ». Il voit un danger dans le fait que « la majorité des chercheurs actuels ou potentiels dépendent directement d'une politique nationale plus ou moins éclairée ». Il définit enfin l'attitude qui devrait être celle des gouvernements vis-à-vis des chercheurs et les conditions de l'établissement d'une collaboration fructueuse entre les divers états européens sur le plan de la recherche scientifique en zoologie.

Les vues de l'auteur sont originales et exposées d'une façon agréable et extrêmement vivante.









# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, PARIS-VII<sup>e</sup>. Tél. : INV 41.09.

Directeur : H. FERRU

## Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.

Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

## Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.

Membres ..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE.  
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.  
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,  
Les Directeurs centraux de Recherches.

## Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

*Agronomie.* — M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

*Physiologie Végétale.* — M. COÏC, Directeur de la Station centrale de Physiologie végétale.

*Amélioration des Plantes.* — M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

*Épiphyties.* — M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,  
M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,  
M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

*Abeille.* — M. CHAUVIN, Directeur de la Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux.

*Zootéchnie.* — M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique,  
M. FÉVRIER, Directeur de la Station de Recherches sur l'Élevage,  
M. PÉRO, Directeur de la Station de Recherches avicoles.

*Technologie agricole.* — M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits végétaux,  
M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits animaux.

*Biologie animale, Biochimie, Biophysique.* — M. FRANÇOIS, Directeur du Service de Biochimie et de Nutrition,  
M. THIBAUT, Directeur de la Station de Physiologie animale.

## ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

149, rue de Grenelle, PARIS-VII<sup>e</sup>, Tél. : INV 41.09.

## TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1961

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
AGRONOMIE.....	50 NF	56 NF	9,50 NF
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.....	30 NF	34 NF	8 NF
AMÉLIORATION DES PLANTES.....	35 NF	39 NF	9,50 NF
ÉPIPHYTIES.....	35 NF	39 NF	9,50 NF
ABEILLE.....	20 NF	22 NF	6,50 NF
ZOOTÉCHNIE.....	40 NF	44 NF	11 NF
TECHNOLOGIE.....	35 NF	39 NF	9,50 NF
BIOLOGIE ANIMALE.....	40 NF	44 NF	11 NF

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 0,40 NF en timbres-poste.

Les demandes d'abonnements doivent être adressées au Régisseur des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, 149, rue de Grenelle, PARIS-VII<sup>e</sup>. C. C. P. : PARIS, 9064-43. Elles peuvent être également souscrites par l'intermédiaire de libraires dans les conditions habituelles.

## TABLE DES MATIÈRES

TRAMIER (R.). — La Fusariose du glaïeul dans le midi de la France .....	125
AZEEMUDDIN (S.) et PONCHET (J.). — Isolement de <i>Piricularia oryzae</i> (BR. CAV.) et de <i>Helminthosporium oryzae</i> BREDÀ DE HAAN à partir de semences de Riz <i>Oryza sativa</i> L. ....	141
TUZET (O.) et ROUQUEROLLE (T.). — Sur une amibe parasite des racines de Riz en Camargue..	149
BONNEMAISON (L.). — Protection des Betteraves-racines et des porte-graines contre la Jaunisse basée sur la lutte contre les vecteurs .....	155
DEVERGNE (J. C.). — Reconnaissance de plusieurs virus dans une population de <i>Trifolium pratense</i> L. naturellement infectée.....	219
CHRONIQUE DES LIVRES .....	237